



FACULTAD DE ODONTOLOGIA

**EFFECTO IN VITRO DEL LÁSER ERBIO DE 2780 nm EN LA MICROFILTRACIÓN DE
LA UNIÓN DIENTE-SELLANTE.**

Línea de Investigación: Biomateriales

Tesis para obtener el Título Profesional de Cirujano Dentista

AUTORA

RAMIREZ NOLASCO, JOSELINE MADELINE

ASESORA

Mg. ALAYO CANALES, CECILIA MAGALI

JURADO

Mg. CHACÓN GONZÁLES, DORIS MAURA

Mg. MANRIQUE GUZMAN, JORGE ADALBERTO

Mg. GARCIA RUPAYA, CARMEN ROSA

LIMA –PERU

2021

Agradecimientos

Agradezco primeramente a la universidad nacional Federico Villarreal por ser mi casa de estudios en donde aprendí y me convertí en una profesional.

A mis padres y a toda mi familia que me ayudo y siempre me brindó su apoyo en mi avance académico.

A mi asesora la Dra. Cecilia Alayo Canales y al Dr. Sergio Jiménez por haberme brindado su apoyo asesorándome y brindándome su tiempo para culminar satisfactoriamente este trabajo de investigación.

Dedicatoria

A mi mamá Silvia Nolasco Marchena, a mi papá Luis Ramirez Palacios y a mi hermana Kimberly Ramirez Nolasco que me apoyaron y alentaron durante todo mi proceso universitario.

A mis abuelitos Andrea Marchena y Pio Nolasco que no pudieron estar en este momento de vida pero de los cuales les estoy muy agradecida porque fueron parte de mi formación de vida de los cuales los recuerdo siempre.

Índice

Resumen	
Abstract	
I. Introducción.....	1
1.1 Descripción y formulación del problema.....	2
1.2 Antecedentes.....	4
1.3 Objetivos.....	8
- Objetivo General.....	8
- Objetivos Específicos.....	8
1.4 Justificación.....	9
1.5 Hipótesis.....	10
II. Marco teórico	
2.1. Bases teóricas sobre el tema de investigación.....	10
III. Método	
3.1 Tipo de investigación.....	32
3.2 Ámbito temporal y espacial.....	32
3.3 Variables.....	33
3.4 Población y muestra.....	34

3.5 Instrumentos.....	35
3.6 Procedimientos.....	36
3.7 Análisis de datos.....	40
3.8 Consideraciones éticas.....	41
IV. Resultados.....	42
V. Discusión de resultados.....	46
VI. Conclusiones.....	49
VII. Recomendaciones.....	50
VIII. Referencias.....	51
IX. Anexos	
Anexo 1: Ficha de recolección de datos.....	67
Anexo 2: Certificado de capacitación de GELO-Perú.....	68
Anexo 3: constancia de recolección de muestra.....	69
Anexo 4: constancia del uso del equipo laser Er,Cr:YSGG.....	70
Anexo 5: constancia de Termociclado.....	71
Anexo 6: constancia de análisis de microfiltración.....	72
Anexo 7: secuencia fotográfica.....	73
Anexo 8: matriz de consistencia.....	83

Resumen

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto del láser Erbio de 2780 nm en la microfiltración en la unión diente-sellante en piezas dentarias humanas, in vitro. El tipo de estudio fue comparativo, transversal, prospectivo y experimental, se emplearon 30 piezas dentarias tipo premolares los cuales se dividieron en 3 grupos de 10 piezas dentarias cada uno; el grupo 1 fue el grupo control, el grupo 2 se acondicionó solo con láser y el grupo 3 se hizo un preacondicionamiento láser previo al ácido fosfórico. Las muestras se termociclaron 500 ciclos entre 5° y 55° C, fueron sumergidas en azul de metileno al 0.5% por 24 horas, luego fueron seccionadas y finalmente observadas en un microscopio. En los resultados el grupo control obtuvo 60% de microfiltración grado 0, 10% grado 1, 10% grado 2 y 20 % grado 3; grupo solo láser obtuvo 40% de grado 0, 40% de grado 1, 10% de grado 2 y 10% de grado 3 y el grupo láser +ácido obtuvo 90% de grado 0 y 10% grado 1. Los resultados se evaluaron con la prueba no paramétrica Kruskal-Wallis ($p = 0.05$) y dio como resultado que estadísticamente no hay diferencias significativas ya que se obtiene valor de $p=0.0805$. En conclusión, a pesar que la prueba estadística no afirmara la hipótesis del estudio, porcentualmente si se pudo ver la diferencia en los resultados; con una mejor reacción ante la microfiltración en el grupo con preacondicionamiento láser más grabado ácido.

Palabras clave: Microfiltración, láser, sellante.

Abstract

The objective of this research was to evaluate the effect of the Erbium laser of 2780 nm on microleakage in the tooth-sealant joint in human teeth, in vitro. The type of study was comparative, cross-sectional, prospective and experimental, 30 premolar teeth were used, which were divided into 3 groups of 10 teeth each; group 1 was the group control, group 2 was conditioned only with laser and group 3 laser preconditioning was done prior to phosphoric acid. The samples were thermocycled 500 cycles between 5 ° and 55 ° C, submerged in 0.5% methylene blue for 24 hours, then sectioned and finally observed under a microscope. In the results, the control group obtained 60% grade 0, 10% grade 1, 10% grade 2 and 20% grade 3 microleakage; the only laser group obtained 40% of grade 0, 40% of grade 1, 10% of grade 2 and 10% of grade 3 and the laser + acid group obtained 90% of grade 0 and 10% grade 1. The differences in microfiltration was evaluated with the non-parametric Kruskal-Wallis test ($p = 0.05$) and resulted in statistically no differences, since a value of $p = 0.0805$ is obtained. In conclusion Although the statistical test does not affirm the hypothesis of the study, clinically if it could see the difference in the results; with a better reaction to microfiltration in the group with laser preconditioning plus acid etching.

Keywords: Microleakage, laser, sealant.

I. Introducción

Actualmente la odontología busca ser mínimamente invasiva utilizando procedimientos que sean los más duraderos posibles es por eso por lo que se siguen buscando e investigando nuevas técnicas de procedimientos dentales que podrían acortar tiempo, reemplazar materiales o cambiar protocolos; que aparte de mejorar la salud bucal de los pacientes, le dé al odontólogo la confianza y satisfacción al saber que está realizando el mejor tratamiento.

En el campo de la odontología pediátrica, se realiza mucho la colocación de sellantes en fosas y fisuras, pero muchas veces estos materiales se desprenden o con el paso del tiempo hay microfiltraciones, por lo que es un tratamiento cuya duración es muy incierta. Si tuviéramos la certeza que este tratamiento nos duraría indefinidamente o al menos por un periodo prolongado sin que haya alguna microfiltración, estaríamos evitando un proceso de caries y posiblemente sus consecuencias si en caso esta no se tratase a tiempo.

La presente investigación tiene como propósito determinar el efecto en la microfiltración que tiene el láser Erbio de 2780 nm utilizado como preconditionante y acondicionante en el procedimiento de colocación de sellantes. El uso de esta herramienta en este procedimiento sigue siendo estudiado ya que no hay resultados unánimes que respalden el uso del láser, aunque la mayoría de los estudios muestran resultados positivos.

Actualmente se es de conocimiento que el agua y la hidroxiapatita son los componentes predilectos que absorben los láseres de Erbio lo que en consecuencia en el esmalte dental se obtendría una superficie rugosa cuya retención seria mayor al 70% lo cual se podría inferir que aseguraría un buen sellado.

Mencionado lo anterior este estudio nos sirve para esclarecer mucho más el efecto del láser Erblio y conocer sus resultados al analizar el problema de microfiltración en el tratamiento de sellantes. En este estudio el láser Erblio se utilizó de dos maneras; como único acondicionante del esmalte, es decir en reemplazo del ácido fosfórico y como preacondicionante, en otras palabras, emitiendo radiación sobre esmalte antes de colocar el ácido fosfórico.

1.1 Descripción y formulación del problema

Uno de los principales objetivos de la odontología moderna es preservar los tejidos dentarios lo que hace necesario aplicar tratamientos menos invasivos. En este contexto, la odontología preventiva busca proteger la estructura dental, evitando la formación de caries en fosas y fisuras (Kantovitz *et al.*, 2009).

El pionero en hacer estudios sobre adhesión en el esmalte dental fue Buonocore, quien publicó su primer artículo sobre un material que era ideal para cubrir las fosas y fisuras; este sellador fue reconocido como un método eficaz para prevenir y detener la progresión de caries al proporcionar una barrera física contra los microorganismos (Buonocore, 1955; Cueto y Buonocore, 1967).

La primera técnica usada para la aplicación de este sellador fue la unión mecánica de resina acrílica al esmalte previamente grabado con ácido fosfórico; posteriormente se emplearon otras técnicas de aplicación como; el cepillado en seco o profilaxis previa, con abrasión de chorro por aire, la eliminación de fisuras con fresa dental, la limpieza con chorro de arena y hace poco usando materiales adhesivos como una capa intermedia entre el esmalte grabado y el sellante, todas estas técnicas analizadas para evitar los problemas de adhesión y microfiltración (Buonocore, 1955; Dean, 2016; Dhar y Chen, 2012; Feigal, Hitt y Splieth , 1993).

El problema de la microfiltración es una de las causas más comunes en el fracaso de las restauraciones pudiendo ser el sellante el de mayor riesgo debido a su escasa adaptación sobre el esmalte, manifestándose como consecuencia un inicio de caries dental. De tal manera es importante lograr un buen sellado marginal para el éxito y la longevidad del tratamiento (Urquía *et al.*, 2017).

Algunas otras investigaciones internacionales actuales presentan resultados motivadores sobre una nueva técnica, estos estudios analizan el láser Erbio como acondicionante del esmalte utilizándolo antes y en reemplazo del ácido fosfórico ya que mejoraría la resistencia a la microfiltración (Güçlü *et al.*, 2016; Güçlü, Dönmez, Hurt y Coleman, 2018; Khogli, Cauwels, Vercruysse, Verbeeck y Martens, 2013).

Se conoce que el láser Erbio al ser bien absorbido por el agua y la hidroxiapatita origina una superficie rugosa en el esmalte dental que es altamente retentiva lo cual produce un buen sellado, en consecuencia, esto podría ocasionar un menor grado de microfiltración. Estas investigaciones aun no son del todo respaldadas y aceptadas unánimemente por lo que se necesita profundizar mucho más en el tema (Convissar, 2012).

Hoy en día se siguen haciendo estudios tanto *in vitro* como clínicos para encontrar la técnica de colocación del sellante que mejores resultados tenga a largo plazo. Mencionado lo anterior este estudio tiene como objetivo principal evaluar el efecto del láser erbio de 2780 nm en la microfiltración de la unión diente-sellante, formulándose el siguiente problema:

¿Cuál es el efecto del láser erbio de 2780 nm en la microfiltración de la unión diente – sellante?

1.2 Antecedentes

Güçlü, Dönmez, Hurt y Coleman (2018) en Turquía, publicaron un estudio donde evaluaron el efecto del acondicionamiento del esmalte con láser Er: YAG y la contaminación por humedad en la microfiltración de un sellador hidrofílico. Utilizaron un total de 60 molares humanos extraídos de los cuales se dividieron en dos grupos de 30 molares, uno utilizando el método convencional con grabado ácido y el otro utilizando previamente el láser antes del grabado, estos grupos se dividieron a su vez en 3 subgrupos según la condición de la superficie; en seco, humedecido con agua y humedecido con saliva. Las puntuaciones medias de la microfiltración para los grupos donde se utilizaron laser fueron cero, lo que indica que la mayoría de las muestras con láser resistieron completamente la penetración del tinte. El preacondicionamiento del láser antes del grabado acido convencional aumento significativamente la resistencia a la microfiltración independientemente de si la superficie del esmalte estaba húmeda o seca.

Almojaly *et al.* (2018) en Arabia Saudita, publicó un estudio donde evaluó el efecto del láser Er,Cr:YSGG sobre la resistencia de la unión y la microfiltración de la dentina adherida al compuesto de resina en dos diferentes distancias y tiempos de radiación. Se obtuvieron 90 molares humanos de los cuales se dividió en 5 grupos de los cuales un grupo fue de control y los 4 grupos restantes fueron tratados con láser Er,Cr:YSGG; 2 grupos a una distancia de 1 mm a 60 y 120 segundos de tiempo de radiación, de igual manera los 2 grupos restantes, pero a una distancia de 2 mm. Los resultados mostraron la fuerza de adhesión más baja fue en el grupo control y el que obtuvo el máximo puntaje fue a una distancia de 2 mm y con un tiempo de 120 segundos. Acerca de la microfiltración, los valores más bajos los obtuvo el grupo de control y dentro los grupos con láser el valor más bajo lo obtuvo de igual manera el grupo IV a 2 mm de distancia y con un tiempo de 120 segundos. En conclusión, el uso del láser Er, Cr: YSGG usado como acondicionador tiene

efectos positivos. El aumento de distancia y el tiempo de aplicación tienen un efecto significativo en la resistencia a la unión por cizallamiento y en los valores de microfiltración.

Mohammad y Fahim (2019) en Arabia Saudita, este estudio evaluó el efecto de la fototerapia en la fuerza de adhesión y microfiltración cuando se une a la resina con diferentes métodos de acondicionamiento. Noventa molares humanos se dividieron en 3 grupos, según el tipo de acondicionamiento, un grupo control con ácido ortofosfórico, el grupo 2 con láser Er,Cr:YSGG y el grupo 3 con láser de diodo. Estos grupos a su vez se subdividieron en 6 subgrupos, ya que para la mitad de cada grupo se usó dos tipos de resinas; ZirconCore y Multicore Flow. Los resultados encontrados fueron que el subgrupo con adhesión más baja fue donde se utilizó láser diodo con la resina ZirconCore por el contrario la mayor fuerza de adhesión fue para el grupo control y la resina Multicore de igual forma el grupo donde se utilizó esta misma resina con láser Er,Cr:YSGG tuvo resultados muy cercanos. En cuanto a la microfiltración, el mayor puntaje fue con láser diodo con la resina ZirconCore y los que tuvieron menor microfiltración fueron el grupo control y con láser Er,Cr:YSGG ambos cuando se utilizó la resina Multicore. En conclusión, la fototerapia con láser Er,Cr:YSGG mostraron resultados de unión y microfiltración muy similares a los obtenidos con el procedimiento convencional.

AlHumaid, Sulaiman y Bedi (2018) en Arabia Saudita, este estudio tuvo como objetivo evaluar la resistencia microtensil del sellador de fisuras a base de resina unido al esmalte primario condicionado por el láser Er,Cr:YSGG con diferencias potencias. Obtuvieron 50 primeros molares primarios sin caries y se dividieron en 5 grupos aleatoriamente, cada grupo formado por 10 molares; en el grupo 1 se hizo el grabado con láser a una potencia de 3.5W y ácido ortofosfórico al 35%, en el grupo 2 se hizo el grabado con láser a 2.5 W y ácido ortofosfórico al 35%, el grupo 3 se hizo el grabado solo con láser a 3.5 W de potencia, el grupo 4 se hizo el grabado solo con láser a

2.5 W de potencia y el grupo 5 se grabó solo con ácido ortofosfórico al 35%. Los resultados arrojaron que no hubo diferencia estadística en la fuerza de enlace media entre los grupos excepto en el grupo 4 que tuvo el valor más bajo. En conclusión, el pretratamiento con láser Er,Cr:YSGG de 3.5W da como resultado fuerzas de unión microtensil similares a las producidas por el grabado ácido. Por lo tanto, dadas sus ventajas, el grabado con láser Er,Cr:YSGG mejoraría significativamente el éxito a largo plazo de los sellantes de fosas y fisuras.

Ciucchi, Neuhaus, Emerich, Peutzfeldt y Lussi (2015) en Suiza, este estudio tuvo como objetivo comparar la calidad del sellador después del acondicionamiento con láser Er: YAG o abrasión por aire antes del acondicionamiento químico con ácido ortofosfórico o un adhesivo autograbante. Obtuvieron 25 molares permanentes que se dividieron en 3 grupos. Grupo control (5 piezas), grupo con abrasión por aire (10 piezas) y grupo con láser Er: YAG (10 piezas). Después de pre acondicionar las piezas con láser o abrasión por aire, estas piezas se cortaron por la mitad y a una mitad se prosiguió a acondicionar con ácido fosfórico y a la otra mitad colocándole un adhesivo de autograbado, por último, todas las piezas se sellaron. En los resultados el grupo control mostro una microfiltración significativamente menor pero mayores proporciones de áreas sin rellenar. En conclusión, no hubo diferencias estadísticamente significativas en la calidad de los selladores tratados previamente con láser Er: YAG o abrasión por aire antes del uso del ácido fosfórico o de un adhesivo de autograbado.

Markovic *et al.* (2019) en Serbia, este estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto de la profundidad de la fisura y los protocolos de preparación de la superficie del esmalte sobre la penetración de selladores de fisuras a base de resina, giomero e ionómero de vidrio. Se obtuvo 90 terceros molares extraídos los cuales se dividieron en 3 grupos de acuerdo con el material utilizado. Cada grupo a su vez se subdividió dependiendo de la preparación del diente: sin

pretratamiento o preparación de la superficie con 10% de ácido poliacrílico, 37 % de ácido fosfórico o adhesivo autograbante. Además, el láser Er,Cr:YSGG o la abrasión por aire se emplearon en todos los subgrupos. En los resultados mostraron que los grupos que se pretrataron con ácido dieron una penetración superior de los selladores de ionómero de vidrio y resina en comparación con otros protocolos. La profundidad de la fisura tuvo un mayor impacto en la penetración de la fisura que el pretratamiento de la superficie el esmalte.

Quispe (2017) en Perú, este estudio tuvo como objetivo determinar cuál de los 3 materiales presenta mayor grado de microfiltración. Se utilizaron 60 piezas dentarias entre premolares y molares que fueron divididos en 4 grupos; grupo control donde se usó sellante, grupo A donde se utilizó resina autoadhesiva, grupo B donde se utilizó ionómero para base cavitaria y grupo C donde se utilizó el Giomero Beautiful Flow. Los 4 grupos se sometieron a Termociclado manual, se sumergieron en azul de metileno, se seccionaron y analizaron en un estereomicroscopio. En los resultados se observaron que hubo diferencia significativa ente los 4 grupos, el grupo control y grupo C son los que tuvieron menor microfiltración. En conclusión, entre los materiales experimentados el que presento mayor microfiltración fue el ionómero para base cavitaria por el contrario el giomero presento menor microfiltración.

Arrieta y Zamora (2018) en Perú; realizaron un estudio con el objetivo de comparar el nivel de microfiltración marginal entre un sellante resinoso, una resina fluida nanohíbrida y una de nanorelleno empleadas como sellantes de fosas y fisuras. Recolectaron 114 premolares, que se dividieron en 3 grupos de 38 premolares cada uno; en el grupo A se usó el sellante resinoso, en el grupo B una resina nanohíbrida y en el grupo C una resina de nanorelleno en los grupos donde se utilizó resina se utilizó un agente adhesivo intermedio. Los resultados mostraron para el grupo A una media de 0.9 de microfiltración marginal, para el grupo B una media de 1.8 y para el grupo C

una media de 2.2. En conclusión, en el grupo donde se utilizó un sellante resinoso obtuvo una menor microfiltración a comparación de los otros dos grupos.

Herrera y Albites (2015) en Perú; realizaron un estudio cuyo objetivo fue comparar in vitro el grado de microfiltración de los sellantes en premolares humanos con la técnica de aire abrasivo y ameloplastia como preparación de superficie. Obtuvieron 75 premolares los cuales se dividieron en 3 grupos; grupo control, grupo con ameloplastia y un grupo con aire abrasivo, a los tres grupos se aplicó el mismo ácido ortofosfórico al 37%, y por último se aplicó el sellante Helioseal. En los resultados se observaron que en el grupo control 28% no filtraron, 36% filtraron menos de 500 μm . y 36% filtraron más de 500 μm . En el grupo con ameloplastia 24% no filtraron, 28% filtraron menos de 500 μm y 48% filtraron más de 500 μm ; por último, con aire abrasivo un 12% no filtraron, un 28% filtraron menos de 500 μm y un 60% filtraron más de 500 μm . Concluyeron que el grado de microfiltración no está asociado con la técnica de preparación de superficie, sin embargo, se observó menor microfiltración en el grupo control seguido de ameloplastia y aire abrasivo.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

- Evaluar el uso del láser Erblio de 2780 nm en la microfiltración de la unión diente-sellante.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Identificar el grado de microfiltración de la unión diente-sellante en el grupo donde se realizó preacondicionamiento con láser Erblio de 2780 nm más ácido fosfórico al 37%.

- Identificar el grado de microfiltración de la unión diente-sellante en el grupo donde se realizó acondicionamiento solo con láser Erbio de 2780 nm.
- Identificar el grado de microfiltración de la unión diente-sellante en el grupo control (ácido fosfórico al 37%).
- Comparar los grados de microfiltración entre los tres grupos de estudio.

1.4 Justificación

En muchas ocasiones y mayormente con el paso del tiempo el sellante sufre deformaciones, microfiltraciones, hay una pérdida parcial y hasta total del material. Por tal razón es que actuales investigaciones buscan encontrar entre los tipos de selladores y técnicas para su aplicación, al sellante y técnica ideal para su permanencia prolongada. Esta investigación no es ajena a dicho problema ya que entre sus objetivos esta investigar una técnica novedosa que ha dado expectativas en sus resultados.

Este estudio tendrá un aporte teórico ya que aportará nuevos conocimientos a los estudios sobre el efecto que tiene el láser Erbio sobre el tejido del esmalte, servirá para esclarecer mucho más sus beneficios y dar una línea más de estudio para nuevos investigadores que quieran dirigir algún proyecto utilizando este tipo de láser que cada vez se hace más conocido internacionalmente y que poco a poco está atrayendo más miradas en los odontólogos peruanos.

Al dar a conocer una técnica avanzada de aplicación de sellantes con mucha probabilidad de ser capaz de atenuar una de las causas principales del fracaso como es la microfiltración, garantizando una larga duración mejorando la practica odontológica diaria lo cual daría un aporte practico a esta investigación.

1.5 Hipótesis

- El uso del láser Erblio de 2780 nm modifica el grado de microfiltración en la unión diente-sellante.

Se sabe que los láseres de Erblio son bien absorbidos por el agua y la hidroxiapatita ya que son los componentes capaces de absorber la energía de este tipo de láser y al aplicarse sobre superficies con dichos componentes origina una superficie rugosa en el esmalte dental que es altamente retentiva lo cual produce un buen sellado, en consecuencia, el uso del láser Erbium-Cromo podría modificar el grado de microfiltración en la unión diente-sellante (Convissar, 2012).

II. Marco Teórico

2.1 Bases teóricas sobre el tema de investigación

Por sus características morfológicas, las fosas y fisuras de las piezas dentarias son las áreas más susceptibles a las lesiones cariosas la configuración anatómica anfractuosa de las superficies oclusales contribuye a su inicio y progresión. Las fisuras oclusales presentan diversas formas. En un mismo diente, una fisura puede variar su morfología a lo largo de todo su trayecto (Bastos, De Mello y Do Rego, 2005).

Las fisuras sanas o con lesiones detenidas no requieren e ningún tratamiento específico. Incluso las lesiones detenidas tienen mayor grado de resistencia a la desmineralización que áreas intactas. Los procedimientos no invasivos incluyen: enseñanza de técnicas de higiene oral, control dietario, uso doméstico y profesional de agentes fluorados y el uso de sellantes de fosas y fisuras (Basting y Serra, 1999).

2.1.1 Sellantes de fosas y fisuras

Para Simonsen (2002) la palabra “sellador” describe un procedimiento clínico caracterizado por colocar dentro de las fosas y fisuras de las piezas dentales susceptibles a caries, un material capaz de formar una capa protectora adherida micromecanicamente en la superficie adamantina. Es decir, son obstáculos o barreras físicas que se adhieren a los prismas de la superficie del esmalte dental; impidiendo con ello el contacto del huésped con el biofilm dental y el *Streptococo mutans* (p. 303).

Buonocore (1955) publicó su estudio clásico, documentando el método de unión de la resina acrílica al esmalte dental previamente grabado. Describió la técnica del grabado ácido, usando ácido fosfórico al 85 % durante 30 s, como herramienta para aumentar la adhesión de los materiales de resina de metacrilato de metilo autopolimerizables al esmalte dental (p.851).

Cueto (1965) en su tesis de maestría en ciencias generó el primer material sellador, este fue el cianoacrilato de metilo, aunque no se comercializó; además que este material presente dificultades ya que era propenso a la desintegración bacteriana en la cavidad oral con el tiempo.

Cueto y Buonocore (1967) realizaron un estudio clínico para determinar la efectividad de un adhesivo de esmalte que protegía las fosas y fisuras de la caries dental, indicaron esta técnica como una técnica preventiva de caries, concluyeron que este material de resina se podía unir a las superficies del esmalte durante periodos largos.

Los selladores se clasifican en tres materiales de sellado. Los tipos predominantes de materiales selladores en la actualidad son los selladores a base de resina y los selladores a base de cemento de ionómero de vidrio (Anusavice, Shen y Rawls, 2013).

Las indicaciones para la aplicación de sellantes son: alto o moderado riesgo de caries, molares con fosas o fisuras retentivas con hasta 2 años de brotados tanto en molares permanentes con temporales, lesiones incipientes del esmalte sin cavitación que no respondan a otras medidas preventivas, fosas y fisuras retentivas en molares cuyo contralateral este cariado o restaurado (Ciamponi, 1998; Conrado, 1997; Sundfeld, 1999).

Las propiedades que deben cumplir los selladores son: biocompatibilidad y baja toxicidad, alto coeficiente de penetración, baja contracción de polimerización, escurrimiento adecuado, estabilidad dimensional, alta resistencia a la abrasión, fácil manipulación, corto periodo de polimerización, insolubilidad en el ambiente oral, alta adhesividad y acción cariostática, remineralizante o infiltrante (Lindemeyer, 2007).

Los selladores a base de resina se clasifican en cuatro generaciones, determinadas por el método de polimerización. La primera generación se polimerizo por acción de los rayos ultravioleta sobre los iniciadores en el material que inicia la polimerización, sin embargo, este tipo ya no se utiliza (Dean, 2016).

La segunda generación fueron los selladores a base de resina autopolimerizantes o sellantes curados químicamente; la amina terciaria se agrega a un componente y se mezcla con otro componente; la reacción entre estos dos componentes produce radicales libres que inician la polimerización del material sellante de resina (Dean, 2016).

Los selladores de tercera generación se polimerizan por luz visible de 470 nm, esta luz visible activa foto iniciadores que están presentes en el sellante. Al compararlo con la antigua generación, esta se fragua en un tiempo más corto, alrededor de 10-20 s (Pinkham, Casamassimo, Fields, McTigue y Nowak, 2005; Santini, Gallegos y Felix, 2013).

La cuarta generación son los selladores a base de la resina que liberan fluoruro, este resulta de agregar partículas liberadoras de fluoruro en un intento de inhibir la caries. Sin embargo, no se puede considerar como un reservorio de fluoruro que proporciona una liberación a largo plazo de fluoruro y como tal, este tipo de sellador no proporciona ningún beneficio clínico adicional (Muller, Lupi, Tardieu, Velly y Antomarchi, 2006; Simonsen, 2002; Wright y Retief, 1984).

Los sellantes a base de resina también pueden clasificarse según su viscosidad; rellenos y sin rellenos. La adición de partículas de relleno al material sellador de fisuras parece tener solo un pequeño efecto en los resultados clínicos. Aunque los selladores rellenos tienen una mayor resistencia al desgaste, su capacidad para penetrar en las fisuras es baja. Los selladores rellenos generalmente requieren ajustes oclusales, que alargan el procedimiento innecesariamente. Los selladores de resina sin relleno, por otro lado, tienen una viscosidad más baja y proporcionan una mayor penetración en las fisuras y una mejor retención (Reddy *et al.*, 2015; Simonsen, 2002).

Otra clasificación es según su translucidez; opaco y transparente. El material opaco puede ser blanco o del color de los dientes, y los selladores transparentes pueden ser transparentes, rosados o ámbar. Los selladores blancos de fisuras opacas son más fáciles de ver durante la aplicación y se detectan clínicamente en los exámenes de recuperación, en comparación con los selladores de color de dientes, opacos o transparentes (Dean, 2016; Simonsen, 2002).

En cuanto a los selladores a base de ionómero de vidrio estos se pueden clasificar según su viscosidad, baja o alta viscosidad. La mayoría de los estudios sobre selladores de ionómero de vidrio utilizaron los de baja viscosidad como el Fuji III que ahora ha sido reemplazado por una generación posterior como Fuji Triage VII. Los sellantes de ionómero de vidrio de alta viscosidad

como Ketac Molar Easymix y Fuji IX se han utilizado en estudios que siguen el enfoque de tratamiento restaurativo atraumático (Frencken, 2017; Limeback, 2012).

Cuando la resina se incorpora con el ionómero de vidrio, se denomina ionómero de vidrio modificado con resina, este material también se ha utilizado como sellador de fosas y fisuras. Su componente de resina ha mejorado sus características físicas, en comparación con el ionómero de vidrio convencional, como la menor sensibilidad al agua y un tiempo de trabajo más prolongado (Pinkham *et al.*, 2005; Weight, 2016).

El material compuesto a base de resina, modificado con poliácidos, que se conoce como compómero, también se ha utilizado como un sellador de fosas y fisuras. Este material combina las propiedades ventajosas de un sellador a base de resina polimerizada a la luz visible con la liberación de fluoruro del sellador de ionómero de vidrio. Un sellante a base de resina modificada con poliácidos tiene una mejor propiedad de adhesión al esmalte y la dentina y también es menos soluble al agua, en comparación con el sellador de ionómero de vidrio (Puppin, Baglioni, DeGoes y Garcia, 2006).

Según las instrucciones del fabricante para el uso del sellante de fosas y fisuras se recomienda una limpieza previa a la aplicación, aunque otros autores informaron que de hecho no hay diferencia en la retención del sellador entre el cepillo de dientes y la profilaxis con piezas de mano en los seguimientos de dos a cinco años (Kolavic, Griffin, Malvitz y Gooch, 2009).

Algunas instrucciones de los fabricantes indican que, el uso del fluoruro antes de la colocación del sellador está contraindicado, ya que disminuye la solubilidad del esmalte en ácido y, por lo tanto, inhibe el grabado adecuado del esmalte (Naaman, El-Housseiny y Alamoudi, 2017).

Warren, Infante, Rice, Turner y Chan (2001) compararon la retención de selladores de dos materiales de sellado antes y después del tratamiento con flúor durante un periodo de 18 meses. Informaron una retención significativamente mayor en los dientes fluorados cuando se utilizó LRBS y ninguna diferencia significativa en la retención cuando se usó ARBS. Esto sugirió que la retención de sellante no se vea afectada por la aplicación de fluoruro inmediatamente antes de la colocación del sellador.

Además, muchos estudios han investigado diferentes métodos de preparación mecánica de las fisuras, como la abrasión por aire, la eliminación de fisuras con una fresa dental y la limpieza con chorro de arena, antes de la colocación del sellador. Curiosamente, se encontró que la erradicación de la fisura no es necesario. La eseloplastia, utilizando cualquiera de las técnicas mencionadas anteriormente, elimina la capa de esmalte que recubre la dentina en la parte inferior de la fisura, lo que hace que el diente sea más susceptible a la caries si se pierde el sellante (Dean, 2016; Dhar y Chen, 2012).

El aislamiento de humedad adecuado durante la colocación del sellador de resina es el paso más crítico en la aplicación del sellador. Si el esmalte grabado se expone a proteínas salivales durante tan solo 0.5 s. puede contaminarse, si esto ocurre, se requiere volver a grabar (Deery, 2013).

El uso de un dique de goma es la forma ideal de lograr un control óptimo de la humedad. El uso de rollos de algodón y un eyector de saliva también es una opción válida (Welbury, Raadal y Lygidakis, 2004).

Hoy en día, el 35% y el 37% son las concentraciones más utilizadas. Los tiempos de grabado con ácido también se han reducido de 60 s a 20 s. Un tiempo de enjuague de 30 s y el secado del diente durante 15 s deben ser suficientes para eliminar todos los residuos de ácido y lograr la

característica apariencia escarchada de esmalte blanco (Dean, 2016; Pinkham *et al.*, 2005; Zero, 2013).

2.1.2 Microfiltración dental

El avance de los materiales y técnicas de restauración continúa mejorando el éxito clínico de numerosos procedimientos de restauraciones. A pesar de estas nuevas innovaciones, la microfiltración persiste como una de las principales causas del fracaso de la restauración. La microfiltración es el movimiento de bacterias, fluidos, moléculas y/o iones entre el diente y los márgenes de la restauración (AlHabdan, 2017; Goldstein *et al.*, 2017).

La microfiltración es el resultado de la invasión del ambiente externo a través de los márgenes de la restauración, que también puede ocurrir internamente. La microfiltración puede causar varios efectos adversos como caries secundaria, mayor sensibilidad del diente restaurado y conducir a una patología pulpar (Gupta *et al.*, 2017; Hashemikamangar, Pourhashemi, Nekooimehr, Dehaki y Kharazifard, 2016; Mirzakhani, Mousavinasab y Atai, 2016).

Varios factores están asociados con la microfiltración, como la contracción de polimerización, que conduce a cambios dimensionales del material, contracción térmica, absorción de agua, fuerzas mecánicas, así como a los cambios en las dimensiones de la estructura del diente. Después de la polimerización, la resina compuesta se contrae en una cantidad considerable, lo que crea tensiones en los márgenes de la restauración y, por lo tanto, se producen huecos y microfugas. Además, la adaptación de cualquier restaurador adherido depende principalmente de la forma de la cavidad y del número de las paredes adheridas. El coeficiente de expansión térmica es otro factor que contribuye a la aparición de microfiltración (Khoroushi y Ehteshami, 2016; Tavangar, Tayefeh, Darabi, Karambin y Kazemi, 2016).

2.1.2.1 Microfiltración en sellantes

El éxito del sellador de fosas y fisuras se considera que la medida preventiva de caries más eficaz que puede ofrecerse a un paciente. Para lograr el mayor beneficio, los selladores deben unir adecuadamente a la superficie del esmalte. Se ha acordado que se logrará una retención adecuada de un sellador si el diente tiene una superficie amplia y fosas y fisuras profundas e irregulares. Un número de estudios han sugerido que la fresa de preparación y de aire a la abrasión será mejorar la penetración sellante y la adaptación, en virtud de proporcionar un área de superficie mayor para la retención, así como un aumento en la mayor parte de sellador que mejora la resistencia al desgaste (García y Borba, 1994; Mertz, Smith y Williams, 1992; Scott y Greer, 1987; Sheila, Jarvis y Cheng, 1998).

También se ha sugerido que una combinación de estas medidas podría conducir a un aumento de la longevidad clínica. Por el contrario, algunos investigadores han informado de ninguna diferencia significativa entre ataque ácido convencional solo, y fresa de preparación seguida de grabado ácido de fosas y fisuras. Se observó un nivel significativamente mayor de microfiltración después del uso de la abrasión por aire solo en comparación con lo siguiente, ya sea con ácido grabado solo o preparación dental usando una fresa junto con ácido grabado (Hatibovic, Wright y Braveman, 1998; Sams, Dickinson, Russell y Dadian, 1995; Xalabarde, García, Boj y Canalda, 1998).

Hatibovic, Butler y Sadek (2001) indicaron que la microfiltración puede impedirse más eficazmente con una combinación de abrasión por aire mecánico y químico a través del grabado ácido.

La superficie debe estar limpia y seca en ese momento de la colocación del material. Esto significa que se debe aplicar sellador después de limpiar y pulir los dientes. Se cree que el uso de agentes de secado como el alcohol etílico elimina cualquier humedad residual que queda después de secar al aire la superficie grabada con ácido (Hatibovic *et al.*, 2001; Scott y Greer, 1987; Sheila *et al.*, 1998).

El secado completo también puede mejorar la capacidad del sellador para humedecer el esmalte, lo que permite una penetración superior y la formación de etiquetas de resina, lo que reduce la microfiltración (Hatibovic *et al.*, 2001).

Otra idea fue usar un agente de unión debajo del sellador, esta idea vino de Feigal en 1993, cuando utilizaron materiales de unión hidrófilos para ayudar a la resistencia de la unión cuando el sellante se aplica en un ambiente húmedo (Feigal *et al.*, 1993).

Informes recientes de los autores han demostrado que los dientes tratados con una combinación sucesiva de irradiación con láser Er: YAG y grabado con ácido antes del sellado con UltraSeal XT [®]hydro [™] mostró puntuaciones de microfiltración significativamente más bajas que las que se grabaron exclusivamente con ácido. Estos estudios incluyeron solo esmalte secado al aire y no consideraron el impacto de la contaminación por humedad en la capacidad de sellado. A partir de los resultados obtenidos en nuestro presente estudio, parece que el preacondicionamiento con láser antes del grabado ácido mejora la resistencia a las microfugas, independientemente de si el esmalte se seca al aire o está contaminado con agua o saliva. Estos hallazgos concuerdan con los de un estudio similar en otro sellador hidrofílico comercial. Que demostró mejoras significativas en la resistencia a la microfiltración para el esmalte previamente acondicionado con láser que estaba contaminado con agua o saliva (Güçlü *et al.*, 2016; Khogli *et al.*, 2013).

2.1.2.2 Pruebas de microfiltración

Las pruebas de fugas se pueden subdividir en métodos antiguos y contemporáneos. Se utilizaron métodos antiguos para probar la presencia de espacios y la capacidad de sellado de diferentes materiales restauradores. Estos métodos incluían presión de aire, filtración de fluidos, electroquímica, activación de neutrones, bacterias y caries artificiales (Öztürk, Ersöz, Hatunoğlu y Malkoç, 2016).

Entre los métodos contemporáneos se encuentran:

Método de radioisótopos

Se ha utilizado una amplia gama de isótopos radioactivos en estudios de microfiltración, incluidos los marcadores ^{45}Ca , ^{131}I , ^{35}S , ^{22}Na , ^{32}P , ^{86}Rb y ^{14}C . En general, la autoradiografía se utiliza para detectar la fuga de isótopos en la interfaz de los márgenes de restauración de una muestra seccionada (Fitchie, Reeves, Scarbrough y Hembree, 1990; Going, Massier y Dute, 1960).

Los isótopos pueden penetrar huecos iguales o mayores a 40 nm, que es más alto que el rango mínimo detectable de estudios basados en bacterias. Además, los isótopos parecen ser mejores para demostrar la microfiltración que las pruebas de penetración de colorantes. Por otro lado, esta técnica requiere el uso de radiación, y la autoradiografía obtenida no representa la microfiltración como una imagen tridimensional (Marquezan *et al.*, 2009).

Técnica de pelado de acetato

Otros autores informaron que la técnica de pelado con acetato es un método simple, económico y rápido para medir las microfiltraciones. Además, las cascarras son estables y pueden conservarse

para una evaluación adicional. Sin embargo, la técnica de pelado es delicada, lo que puede producir artefactos que pueden malinterpretarse (Mohapatra y Sivakumar, 2011).

Métodos tridimensionales

El análisis 3D fue utilizado por primera vez por Gale et al. La técnica implica la producción de cortes secuenciales de las muestras usando una sierra de alambre enfriada por agua en un espesor de 200 μm y separada por 280 μm . Luego se utiliza un software informático especializado para reconstruir las imágenes y crear modelos 3D. Luego, el área superficial de la fuga de tinte, así como el volumen de la fuga, se calcula manualmente. Se descubrió que el análisis 3D brinda información más precisa que el análisis 2D ya que las muestras se examinan a fondo. Sin embargo, el método es altamente subjetivo y destructivo. Las muestras se destruyen durante el proceso de molienda y corte secuencial. Además, este corte puede afectar la restauración probada y, por lo tanto, alterar los resultados (Federlin, Thonemann, Hiller, Fertig y Schmalz, 2002; Gale, Darvell y Cheung, 1994; Iwami, Hayashi, Takeshige y Ebisu, 2007).

Penetración de tinte

La tinción de microfiltración y nanofugas utilizando agentes coloreados es la técnica más utilizada. El método de penetración de colorante implica el uso de colorantes contrastantes como una solución de inmersión para teñir las áreas de microfiltración, y luego se examina la interfaz de restauración dental para detectar evidencia de tinción. En particular, las soluciones más utilizadas son 0.5 % de fucsina básica, 2% de azul de metileno y 50% de nitrato de plata (Yavuz *et al.*, 2013).

El ensayo de penetración de tinte tiene muchas ventajas sobre otras técnicas. Primero, no se usan químicos reactivos junto con ninguna radiación. En segundo lugar, hay diferentes soluciones

de tinte disponibles; por lo tanto, la técnica es altamente factible y fácilmente reproducible (Orłowski, Tarczydło y Chałas, 2015; Subramaniam y Pandey, 2016).

Los estudios actuales no han logrado establecer claramente que colorantes son adecuados para su uso con la prueba de microfiltración, ya que algunos de los colorantes pueden reaccionar con la dentina, como la fucsina básica. Otro problema importante con los métodos de penetración de tinte es el tamaño de partícula del tinte usado que podría afectar la confiabilidad de la prueba (Fusayama y Terachima, 1972; Yavuz *et al.*, 2013).

En otros estudios usaron nitrato de plata porque el fuerte contraste óptico de las partículas de plata se detecta fácilmente mediante microscopia. La tinción con nitrato de plata es el material más comúnmente utilizado para la evaluación de fugas de nanoesferas, ya que penetra fácilmente en la zona de la interfaz debido a su diámetro extremadamente pequeño (0.059 nm). Después de su penetración, las moléculas de nitrato de plata pueden quedar inmóviles, lo que impide una mayor penetración durante la preparación de la muestra. El nitrato de plata se utilizó para verificar la discrepancia entre la profundidad de la zona desmineralizada y la difusión de monómeros, que es causada por la presencia de agua alrededor de las fibrillas de colágeno (Wu y Cobb, 1981).

Algunos autores informaron posibles problemas derivados del uso de soluciones de nitrato de plata al 50 % o más y recomendaron la necesidad de sellar las muestras para garantizar que no haya otras fuentes de penetración de nitrato de plata. Además, una inmersión de 24 h en nitrato de plata disminuyó el pH a aproximadamente 3.8 (Fernando y Montes, 2004).

Evaluar una sola sección del diente no es representativo porque la penetración del tinte varía de un área a otra. Por lo tanto, los métodos de puntuación de superficie múltiple se consideran

superiores a los métodos de puntuación de superficie única porque los resultados son más representativos del patrón de fuga (Mixson, Eick, Chappell, Tira y Moore, 1991).

El método de penetración de tinte requiere una herramienta de evaluación adecuada para determinar el verdadero alcance de la microfiltración. La microscopía óptica, la microscopía electrónica de barrido y la microscopía electrónica de transmisión son ampliamente utilizadas. Sin embargo, los métodos recientes para evaluar mejor las fugas incluyen métodos 3D, como μ CT 1072, microscopía de escaneo laser confocal (CLSM) y tomografía de coherencia óptica (Öztürk *et al.*, 2016).

2.1.3 Láser en odontología.

2.1.3.1 Fundamentos del láser

La palabra laser es un acrónimo de luz amplificada por emisión estimulada de radiación (Light amplification by stimulated emission of radiation). La descripción de estos cinco términos ayuda a explicar las cualidades únicas de un instrumento laser, proporcionando a la vez el fundamento para descubrir los usos de los láseres en odontología (Convissar, 2012, p.12).

La luz es una forma de energía electromagnética que existe como una partícula y que viaja con ondas a una velocidad constante. La unidad básica de esta energía radiante se denomina fotón. Las ondas de fotones viajan a la velocidad de la luz y se pueden definir por dos propiedades básicas: amplitud y longitud de onda (Coluzzi y Convissar, 2012, p.12).

La amplitud es la altura vertical de la onda desde el eje cero hasta su máximo mientras se mueve alrededor de este eje. Esto guarda relación con la magnitud de la intensidad en la onda; a mayor amplitud, mayor es la cantidad de trabajo potencial que se podría llevar a cabo. Para una

onda que emite luz, la amplitud guarda relación con el brillo. La segunda propiedad de una onda es la longitud de onda (λ), la distancia horizontal entre dos puntos cualesquiera correspondientes de la onda. Esta medida es importante tanto para la forma en que se administra la luz del láser en la zona quirúrgica como para la forma como interactúa con el tejido. La longitud de onda se mide en metros (m). Los láseres dentales tienen longitudes de onda del orden de unidades mucho más pequeñas y usan la terminología de un nanómetro (nm), una milmillonésima (10^{-9}) de metro o micrómetro (también micra μ o μm), una millonésima (10^{-6}) de un metro (Coluzzi y Convissar, 2012, p.12).

Cuando las ondas viajan, rotan alrededor de eje cero un cierto número de veces por segundo; es lo que se denomina oscilación. El número de oscilaciones por unidad de tiempo es la frecuencia. La frecuencia se mide en hercios (Hz); 1 Hz es igual a una oscilación por segundo. La frecuencia es inversamente proporcional a la longitud de onda: cuanto más corta es la longitud de onda, mayor es la frecuencia, y viceversa. Aunque el hercio es un término que suele encontrarse en física, también se utiliza para describir el número de pulsos por segundo de energía láser emitidos (Coluzzi y Convissar, 2012, p.12).

La luz ordinaria, como la que produce una lámpara de mesa, suele ser de color blanco cálido. El color blanco que ve el ojo humano en realidad es una suma de los múltiples colores del espectro visible: rojo, amarillo, verde, azul y violeta. La luz suele ser difusa, no focalizada. La luz del láser se diferencia de la luz ordinaria por dos propiedades. La luz del láser es monocromática porque genera un haz de un único color, que es invisible si su longitud de onda está fuera de la parte visible del espectro. Además, cada onda de la luz láser es coherente, o idéntica en tamaño físico y forma. Esto significa que la amplitud y la frecuencia de todas las ondas de fotones son idénticas.

Esto da lugar a la producción de una forma específica de energía electromagnética focalizada (Coluzzi y Convissar, 2012, p.12).

La amplificación es la parte de este proceso que tiene lugar dentro del láser. Al identificar los componentes de un instrumento laser se aprecia cómo se produce la luz láser. La parte central del láser es la cavidad laser, que está formada por los siguientes tres componentes: medio activo, mecanismo de bombeo y resonador óptico. El medio activo está compuesto por elementos, moléculas o compuestos químicos. Los láseres adquieren su nombre en función del medio activo que contienen, que puede ser: un contenedor de gas, como una cámara de gas dióxido de carbono (CO_2) en un láser de (CO_2); un cristal sólido, como un cristal de itrio, aluminio y granate (YAG) en un láser de erbio (Er) YAG o un láser de neodimio (Nd) YAG; un semiconductor de estado sólido, como los semiconductores que se encuentran en los láseres de diodo, o un líquido, como el que se encuentra en algunos dispositivos de láser médico (Coluzzi y Convissar, 2012, p.13).

Las ondas de luz producidas por el láser son una forma específica de radiación o energía electromagnética. El espectro electromagnético es toda la colección de ondas de energía, que comprende desde los rayos gamma (con longitudes de onda de 10 a 10^{-12} m) hasta las ondas de radio (con longitudes de onda de miles de metros). Todos los dispositivos de laser dental disponibles actualmente tienen longitudes de onda de emisión desde aproximadamente 0.5μ o 500 nm hasta $10,6 \mu$ o 10.600 nm, lo que coloca en la porción no ionizante visible o invisible del espectro electromagnético (Coluzzi y Convissar, 2012, p.14).

Es importante observar que la línea de división entre la porción ionizante (mutagénica de ADN celular) del espectro y la porción no ionizante se encuentra en la unión de la luz ultravioleta y la luz visible-violeta. Por lo tanto, todos los láseres dentales emiten una longitud de onda de luz

visible o una longitud de onda infrarroja invisible en la porción del espectro no ionizante denominada radiación térmica (Coluzzi y Convissar, 2012, p.15).

Los siguientes cuatro instrumentos de laser dental emiten luz visible: laser de argón con longitud de onda azul de 488 nm y longitud de onda azul-verde de 514 nm. Laser de YAG dopado con Nd de doble frecuencia, también denominado laser de potasio titanil fosfato (KTP) con longitud de onda verde de 532 nm. Láseres de baja densidad de potencia; longitudes de onda quirúrgicas rojas de 635 nm (para fotobiomodulación) y 655 nm para detección de caries (Coluzzi y Convissar, 2012, p.15).

Otros láseres dentales emiten luz de láser invisible en la porción infrarroja cercana, media y lejana del espectro electromagnético. Estos incluyen dispositivos de fotobiomodulación entre 800 y 900 nm, además de instrumentos quirúrgicos, de la siguiente forma. Los láseres de diodo con varias longitudes de onda entre 800 y 1.064 nm utilizando un medio activo semiconductor de galio y arsénico, algunos dispositivos añaden aluminio o indio. El láser de Nd:YAG de 1.064 nm. El láser de itrio-escandio-galio-granate dopado o contaminado con erbio-cromo (Er, Cr: YSGG) de 2780 nm. El láser de Er: YAG de 2940 nm. El láser de CO_2 de 10600 nm (Coluzzi y Convissar, 2012, p.15).

2.1.3.2 Efectos del láser sobre el tejido.

Según sean las propiedades ópticas del tejido, la energía lumínica de un láser puede tener cuatro interacciones diferentes con el tejido diana, de la siguiente forma: reflexión, transmisión, dispersión y absorción (Coluzzi y Convissar, 2012, p.19).

La reflexión es simplemente el haz que se redirige a partir de la superficie, sin ningún efecto sobre el tejido diana. La luz reflejada podría mantener su colimación en un haz estrecho o podría hacerse más difusa. Como se ha afirmado antes, el haz de laser generalmente se hace más divergente a menudo que aumenta la distancia desde la pieza de mano. Sin embargo, el haz de algunos láseres todavía puede tener una energía que podría ser redirigida a una diana no intencionada, como los ojos. Este es un problema principal de seguridad de la operación con láser y el motivo por el cual cualquier persona que se encuentra en una habitación de tratamiento laser dental debe llevar unas gafas de seguridad específicas de la longitud de onda con protecciones laterales apropiadas (Coluzzi y Convissar, 2012, p.19).

La segunda interacción con el tejido es la transmisión de la energía laser directamente a través del tejido, sin ningún efecto sobre el tejido diana. Este efecto es además altamente dependiente de la longitud de onda de la luz del láser (Coluzzi y Convissar, 2012, p.19).

La tercera interacción física es una dispersión de la luz láser, que debilita la energía deseada. La dispersión es el fenómeno predominante con los láseres infrarrojos cercanos en el tejido blando sano. La dispersión provoca que los fotones cambien sus direcciones, dando lugar a una mayor absorción debido al incremento de las probabilidades de interacción con el cromóforo predominante de estas longitudes de onda. La dispersión del haz del láser podría causar también la transferencia de calor al tejido adyacente a la zona quirúrgica y se podría producir un daño no deseado. Sin embargo, un haz disperso o reflejado en diferentes direcciones podría ser útil para facilitar la polimerización con láser de la resina composite (Coluzzi y Convissar, 2012, p.19).

La absorción de la energía del láser por el tejido diana deseado es el efecto habitual que se pretende. La cantidad de energía absorbida por el tejido depende de las características del propio

tejido, como la pigmentación y el contenido en agua, y de la longitud de onda del láser. Por tanto, el objetivo principal y beneficioso de la energía del láser es la absorción de la luz del mismo por el tejido biológico deseado (Coluzzi y Convissar, 2012, p.19).

2.1.3.3 Tipos de láser

Laser de Argón: Este laser emite una longitud de onda de 514 nm y fue autorizado por la FDA para el desbridamiento del surco gingival en 1991. La energía se aplica a través de un sistema de fibra óptica en el modo de contacto o de no contacto, según el procedimiento. Estas longitudes de onda se absorben especialmente en la hemoglobina y la melanina y han demostrado propiedades bactericidas, especialmente para *Prevotella* y *Porphyromonas* (Smith, 2012, p. 29).

Laser de diodo: estos láseres semiconductores están disponibles en cuatro longitudes de onda; 810 a 830 nm, 940 nm, 980 nm y 1064 nm. Tanto las longitudes de onda de 810-830 nm y de 980 nm se pueden utilizar para el tratamiento periodontal no quirúrgico. Hasta la actualidad, no existen estudios publicados que hayan examinado el uso o las ventajas de la longitud de onda de 940 nm. Los láseres de diodo también utilizan fibra óptica para la administración de la energía en el modo de contacto y de no contacto, según el procedimiento. Los diodos en su intervalo de longitudes de onda son absorbidos por la hemoglobina y el pigmento como por ejemplo la melanina. Estos cromóforos o compuesto orgánicos que absorben la luz a una frecuencia específica están presentes en altas concentraciones dentro de la bolsa periodontal patológica, haciendo que estas longitudes de onda sean aplicables para el desbridamiento sulcular (Smith, 2012, p. 29).

La longitud de onda de 980 nm tiene más absorción en agua que las otras tres longitudes de onda de diodo, lo que puede ser un beneficio añadido a la interacción del láser dentro de la bolsa. También son bactericidas y ayudan a la coagulación (Smith, 2012, p. 29).

El láser de Neodimio: YAG: Es un láser pulsado de circulación libre. La energía del láser es producida en brotes de energía fotónica más que como un haz continuo. Este laser también utiliza un sistema de administración de fibra óptica para los procedimientos de contacto y de no contacto. La longitud de onda de 1064 nm es absorbida mayoritariamente por la melanina, es menos absorbida por la hemoglobina y es ligeramente absorbida por el agua. Este laser también es bactericida 20 y proporciona una hemostasia excelente. Se trata de un láser pulsado de circulación libre, por lo que el láser de Nd:YAG emite potencias con un máximo alto, pero permite el enfriamiento de tejido durante el tiempo de desactivación. Cuando se eligen los parámetros para el tratamiento, mili julios (mJ) más altos con menos repeticiones por segundo (hertzio, Hz) ayudan a la coagulación, mientras que mJ más bajos con Hz más altos se utilizan generalmente para la descontaminación (Smith, 2012, p. 29).

El láser de CO_2 micropulsado: este laser de 10600 nm incorporan la tecnología más moderna disponible en la producción de energía de laser de CO_2 . La transmisión a través de un brazo articulado en el modo de no contacto facilita los tratamientos. Se utiliza con una punta o tipo específica de desfocalización para administrar la energía del láser dentro de la bolsa periodontal. Esta longitud de onda interactúa con el agua y la hidroxiapatita y tiene una profundidad de penetración de 0.5 mm. Los primeros láseres de CO_2 emitían energía en modo continuo (CW) y, con las mejoras posteriores, también podían emitir en forma pulsada modulados o interrumpidos, pero solo con pulsos más largos y mJ más altos. La tecnología menos sofisticada de aquellas unidades aumentaba el daño térmico en el tejido circundante, dando lugar con frecuencia a carbonización, y no se podían utilizar dentro de la bolsa periodontal. Los láseres de CO_2 micropulsados más modernos proporcionan un mayor control de la energía, lo que hace que su aplicación sea segura y efectiva dentro de la bolsa periodontal (Smith, 2012, p. 29).

Familia de láseres de erbio: estos láseres están autorizados por la FDA para aplicaciones en tejidos blandos y duros, y algunos están autorizados por la FDA para el desbridamiento sulcular. Es importante comprobar con el fabricante del dispositivo de laser específico que existe la garantía de la autorización de la FDA para el uso que se pretende. Los instrumentos de Er:YAG de 2940 nm y de itrio-escandio-galio-granate dopado con erbio y cromo (Er,Cr:YSGG) de 2780 nm son láseres pulsados de circulación libre que se absorben de forma máxima en agua, seguido de una alta absorción en hidroxiapatita y una mala absorción en hemoglobina. La energía del láser tiene una profundidad de penetración de 5 μ . El aumento térmico en las capas de tejido superficial es mínimo e incluso es menor con el aerosol constante de agua durante la aplicación del láser. Esto limita la hemostasia y la coagulación dentro de la bolsa. Aunque algunos autores consideran que el sangrado es un obstáculo cuando se trabaja con estos láseres, un beneficio de esta longitud de onda es la presencia de un malestar operatorio mínimo y postoperatorio nulo. La curación más rápida también es una ventaja de estas longitudes de onda (Smith, 2012, p. 30).

2.1.3.4 Laser Erbio de 2780 nm o Er,Cr:YSGG

El láser de 2780 nm o conocido también con la abreviación de “Er,Cr:YSGG” es un láser de alta potencia cuya cavidad de resonancia posee un cristal de tipo granate y que emite en modo pulsado con una longitud de onda de 2780 nm en el infrarrojo de espectro electromagnético. Este laser utiliza un sistema de transmisión por fibra óptica. El sistema emite la luz de modo pulsado, con una duración de pulso que oscila entre 140 y 200 μ seg y una frecuencia de repetición de 20 Hz, que es constante. La potencia de salida puede variar entre 0.0 W y 6 W, con la posibilidad de hacer incrementos sucesivos de 0.25W. Una de las características principales de este laser es que utiliza un spray de agua y de aire que al combinarse con el haz de luz láser provoca un efecto que se ha denominado como efecto hidroquinético (Revilla, Aranabat, España y Gay, 2004).

La combinación del spray de agua/aire y la luz láser va a determinar diferentes aplicaciones. Así, para el corte de tejidos duros tanto dentarios como de hueso necesitamos trabajar con un alto porcentaje de agua y aire y con potencias elevadas. Contrariamente, para conseguir el efecto de corte en tejidos blandos debemos disminuir tanto los porcentajes de agua/aire como la potencia. Si eliminamos completamente la emisión de agua podemos conseguir, en cirugía de tejidos blandos, una ligera hemostasia de la zona tratada. Esta hemostasia es menor de la que se obtiene con el láser de CO₂, pero es superior a la que se puede producir con el láser de Er:YAG. El llamado efecto hidroquinético de corte de los tejidos consiste en que las partículas de agua del spray absorben parte de la energía liberada por el láser y de esta forma estas moléculas de agua quedan energizadas siendo aceleradas hacia el tejido diana. Esto produce un corte limpio sin generar microfisuras ni ningún tipo de carbonización de los tejidos duros (Revilla *et al.*, 2004).

Debido a que la energía del láser de Er,Cr:YSGG es altamente absorbida por el agua, y los tejidos blandos están altamente hidratados, el corte será efectivo. La máxima densidad de potencia se obtiene a 1 o 2 mm de distancia de la punta. Sin este spray de agua los tejidos pueden sufrir carbonización, lo que daría a lugar a la formación de escaras. La ablación del tejido disminuye al aumentar la distancia de aplicación, perdiendo la capacidad de corte al superar los 5 mm de distancia de la punta. Para cortar tejidos duros como el hueso, el esmalte o la dentina es necesario aplicar niveles de energía de entre 2 y 4 W (Eversole y Rizoiu, 1995).

Matsumoto *et al.* (2002) aplicaron el láser de Er,Cr:YSGG en 44 pacientes, efectuando 50 preparaciones cavitarias, y concluyeron que el Er,Cr:YSGG es eficaz para la eliminación de caries y la preparación de cavidades.

Hossain *et al.* (1999) demostraron en estudios *in vitro* que los dientes tratados con Er:YAG y con Er,Cr:YSGG eran más resistentes al ataque ácido y por lo tanto aumentaba la resistencia de estos dientes frente a las caries secundarias.

Mediante microscopia electrónica de barrido ha podido demostrarse que el corte producido por el láser de Er,Cr:YSGG a través del esmalte es suave y preciso, preservando la morfología de los prismas del esmalte. De igual forma, el corte de la dentina muestra la conservación intacta de los túbulos dentinarios (Eversole y Rizoiu, 1995).

En el ámbito del grabado del esmalte se obtienen patrones similares al grabado con ácido fosfórico. La superficie rugosa obtenida tras la aplicación de este laser produce de un 70% a un 90% de retención, en relación con el ácido ortofosfórico valores más que suficientes para asegurar un buen sellado de la cavidad (Blum, 2001; Groth, Mercer y Anderson, 2001).

III. Método

3.1 Tipo de investigación

Según Hernández (2014) el presente trabajo de investigación es:

- **Experimental:** porque las muestras van a ser manipuladas por el investigador para ver un posterior efecto.
- **Prospectivo:** porque los datos van a ser actuales por lo que se van a recoger a propósito de la investigación.
- **Comparativo:** porque van a comparar los resultados de los diferentes grupos de estudio.
- **Transversal:** porque los datos de la investigación van a ser medidos en un solo momento.

3.2 Ámbito temporal y espacial

El desarrollo de este estudio se llevó en los meses desde Julio hasta Noviembre del año 2019. La prueba piloto y la parte experimental del estudio se llevaron a cabo en la ciudad de Huancayo, respaldada por el grupo de estudio láser en odontología (GELO- Perú).

3.3 Variables

3.3.1 Variable dependiente: Microfiltración

3.3.2 Variables independientes: Grupos de estudio

- Grupo control
- Grupo láser Erbio de 2780 nm
- Grupo láser Erbio de 2780 nm + ácido fosfórico al 37%

3.3.3 Operacionalización de variables

Variables	Definición Conceptual	Dimensión	Indicadores	Escala	Valor
Microfiltración (dependiente)	Movimiento de bacterias, fluidos, moléculas y/o iones entre el diente y los márgenes de la restauración. (AlHabdan, 2017)	Grado de microfiltración.	Penetración del azul de metileno mediante la escala de microfiltración propuesta en el estudio de Betancourt et al. (2017).	Ordinal	- Grado 0: sin introducción del tinte. - Grado 1: introducción del tinte hasta el tercio oclusal de la unión diente-sellante. - Grado 2: introducción del tinte hasta el tercio medio de la unión diente-sellante. - Grado 3: introducción del tinte hasta el tercio apical de la unión diente-sellante.

<p>Grupos de estudio (independiente)</p>	<p>Conjuntos de muestras, seleccionadas por algún método de selección que el investigador decide.</p>			<p>Nominal</p>	<p>- Grupo control. - Grupo láser Erblio de 2780 nm. - Grupo láser Erblio de 2780 nm + ácido fosfórico al 37%.</p>
---	---	--	--	----------------	--

3.4 Población y muestra

3.4.1 Población: esta investigación está constituida por piezas dentarias exclusivamente premolares tanto superiores como inferiores.

3.4.2 Muestra: utilizando un artículo maestro se procedió a realizar el cálculo muestral aplicando la formula estadística pertinente, obteniendo como resultado un número de 30 piezas dentarias en total; 10 piezas por cada grupo.

Se realizó una prueba piloto previamente a la ejecución del estudio para conocer más la manipulación del láser y sus parámetros a emplear ya que los utilizados en estudios previos son variados. Se tomó 4 piezas tipo premolares, aparte de las del grupo muestral, en las cuales se irradio diferentes potencias de 2.5 W, 3 W, 3.5 W Y 4 W y a diferentes frecuencias de 15 Hz y 20

Hz. Finalmente, los parámetros elegidos fueron; potencia de 4 W, frecuencia de 15 Hz, 60 % aire, 50% agua, a 3 mm de distancia y por 40 segundos.

3.4.3 Criterios de selección

3.4.3.1 criterios de inclusión:

- Premolares tanto superiores como inferiores con un 100% de integridad coronaria.
- Premolares y sin caries en su superficie coronal.
- Premolares extraídos en los últimos 6 meses.

3.4.3.2 criterios de exclusión:

- Premolares con fractura coronaria.
- Premolares con restauración previa.
- Premolares que presenten caries dental.

3.4.4 Unidad de análisis

Piezas dentarias exclusivamente premolares superiores o inferiores humanos.

3.5 Instrumentos

3.5.1 Método: observacional

3.5.2 Técnica: observación directa.

3.5.3 Instrumento: Ficha de recolección de datos. (Anexo 1)

3.5.4 Herramientas: Microscopio óptico digital a 40X

3.6 Procedimientos

Para la realización de la parte experimental se recibió capacitación y conocimientos para el manejo del equipo láser por parte del GELO-Perú quien a su vez superviso los aspectos ligados a la parte láser del proyecto. (Anexo 2)

3.6.1 Recolección de muestra

Se inició con la recolección de piezas dentarias humanas, los cuales fueron extraídos por motivos ortodónticos y que cumplen con los criterios de inclusión de la presente investigación, las piezas fueron donadas por el consultorio dental Sonrisa Latina. (Anexo 3)

Después de la extracción se procedió a retirar cualquier residuo de tejido blando y sangre lavándola inmediatamente después de la extracción con abundante agua potable, luego fueron almacenados en un recipiente con suero fisiológico que fue cambiado diariamente a temperatura ambiente hasta el momento de su utilización en la etapa experimental.

3.6.2 División de la muestra

Al realizarse el experimento en la ciudad de Huancayo (Anexo 4) se dividió las muestras un día antes. Se procedió a realizar la profilaxis en toda la cara oclusal a todas las piezas dentarias, usando una escobilla profiláctica colocada en un motor de baja velocidad (NSK EX203-Japón).

Se procedió a dividir la muestra en 3 grupos según la técnica utilizada.

- **Grupo 1 o grupo control:** A las piezas dentarias de este grupo se le aplicaría sellante previo grabado con ácido fosfórico al 37%.
- **Grupo 2 o grupo laser:** A las piezas dentarias de este grupo se acondicionó únicamente con láser Erbio de 2780 nm o también conocido por sus siglas Er,Cr:YSGG.

- **Grupo 3 o grupo láser + ácido:** A las piezas dentarias de este grupo se utilizaría el láser Erbio de 2780 nm o Er,Cr:YSGG como preacondicionante, luego se grabaría con ácido fosfórico al 37%.

Las piezas fueron depositadas en 3 recipientes con suero fisiológico, estos envases fueron de polietileno de alta densidad (PEAD) con selle hermético (tapa rosca) marcados de un color distinto según el grupo (Gonzalez, Rojas, Úsuga, Torres, y Delgado, 2014).

Según el color los grupos se dividieron: color azul - grupo control, color rosado - grupo láser, color verde jade - grupo láser + ácido. El día del experimento las piezas de cada recipiente fueron retiradas de sus recipientes, secadas y colocadas en cera amarilla sostenidas por la parte radicular.

3.6.3 Preparación de la muestra

- **Grupo 1 o grupo control:**

Las superficies oclusales de los dientes de este grupo se grabaron con ácido fosfórico al 37% (Densply) durante 20 segundos, se enjuagaron con agua destilada, se secaron con aire.

Posteriormente se aplicó sellante FluroShield® (Densply), con un explorador se verificó que el sellante fluya correctamente y no presente burbujas. Por último, se fotopolimerizó con una lámpara LED (Woodpecker modelo LED.D) durante 20 segundos.

- **Grupo 2 o Grupo láser:**

Las superficies oclusales se acondicionaron con láser Er,Cr:YSGG (Biolase Waterlase MD Turbo) que opera a una longitud de onda de 2780 nm, los parámetros para la radiación fueron: potencia de 4 W, frecuencia de 15 Hz, 60% aire, 50% agua. Se utilizó una pieza de mano turbo con punta de fibra MX7 a una distancia de trabajo de 3 mm durante 40 segundos. Se secó con aire

y se procedió a la colocación de sellante FluroShield® (Densply), con un explorador se verifico que el sellante fluya correctamente y no presente burbujas y por último se fotopolimerizó con la misma lámpara LED durante 20 segundos.

- ***Grupo 3 o grupo láser + acido:***

Las superficies oclusales de este grupo se preacondicionaron con láser Er,Cr:YSGG (Biolase Waterlase MD Turbo) que opera a una longitud de onda de 2780 nm, los parámetros para la radiación fueron: potencia de 4 W, frecuencia de 15 Hz, 60% aire, 50% agua. Se utilizó una pieza de mano turbo con punta de fibra MX7 a una distancia de trabajo de 3 mm durante 40 segundos. Luego se secó con aire y se procedió a grabar con ácido fosfórico al 37% (Densply) durante 15 segundos, se enjuagó, se secaron con aire por última vez. Posteriormente se procedió a colocar el sellante FluroShield® (Densply), con un explorador se verifico que el sellante fluya correctamente y no presente burbujas. Por último, se fotopolimerizó con una lámpara LED (Woodpecker modelo LED.D) durante 20 segundos.

Luego del experimento todas las piezas se guardaron en sus respectivos envases con suero fisiológico hasta el tiempo del Termociclado.

3.6.4 Preparación para el análisis de las muestras

3.6.4.1 Termociclado de las muestras

Pasadas las 24 horas luego del experimento, se llevó las muestras a que le realicen el Termociclado. El Termociclado fue realizado por el Laboratorio de pruebas mecánicas “High Technology” (Anexo 5).

Se realizó la prueba de Termociclado ya que esta prueba simula las temperaturas extremas, tanto fría y caliente, que se puede tolerar en la cavidad bucal, al ser realizada por varios ciclos nos permite obtener un envejecimiento del material.

Al realizarse en un laboratorio, este procedimiento consiste en rotar cada grupo de estudio por 2 contenedores de diferentes temperaturas 5° C y 55°C, las muestras permanecen 20 segundos en cada contenedor y tienen un tiempo de 5 segundos en cambiar al siguiente contenedor, este procedimiento se realizó por 500 ciclos por cada muestra. Cabe aclarar que antes de comenzar la prueba las muestras se mantenían en una temperatura de 37°C.

3.6.4.2 Tinción con azul de Metileno

Antes de la sumersión de las piezas se cubrió los ápices de las raíces con acrílico rosado y se pintó la parte radicular con esmalte de uñas (P&W), todas las muestras se pintaron de acuerdo con el color del grupo del envase al que pertenecían; azul, verde jade o rosado. Se esperó a que el esmalte de uñas se secase por completo para seguir con el procedimiento. Se colocó las muestras en un recipiente el cual contiene solución de azul de Metileno al 0.5% durante 24 h. Después de su inmersión, los dientes se enjuagaron con agua corriente hasta eliminar por completo el exceso de tinte. Se dejó que las muestras se secan completamente antes de proceder a su seccionado.

3.6.4.3 seccionamiento de las piezas

Pasadas aproximadamente 12 horas de dejar que las piezas secan completamente, se procedió al recorte longitudinal de las piezas dentarias en sentido mesio-distal, con ayuda de un disco diamantado (Am22D20) colocado en motor de alta velocidad (Dremel 3000). Las muestras fueron colocadas en sus respectivos recipientes hasta el momento del análisis.

3.6.5 Análisis de microfiltración

En un promedio de 15 horas luego del corte longitudinal de las muestras, estas fueran llevadas al laboratorio “High Technology” (Anexo 6) para su análisis, dicho centro trabajó en conjunto con una cirujana dentista con experiencia en lecturas histológicas, para la lectura se utilizó un microscopio óptico digital (SNAP 1000X) a un aumento de 40X.

Los grados de microfiltración se midieron según su grado de acuerdo con el estudio que realizó Betancourt et al (2017), los cuales se procedió a proporcionar una puntuación según a los siguientes grados de microfiltración.

0: sin penetración de tinte.

1: penetración del tinte en el tercio oclusal

2: penetración del tinte en el tercio medio

3: penetración de tinte en el fondo de la unión esmalte-sellante.

3.7 Análisis de datos

Los datos recogidos se trasladaron a una base de datos utilizando una hoja de cálculo Microsoft Excel, para luego ser importado por el paquete estadístico SPSS versión 21.

Análisis descriptivo Los datos obtenidos sobre la variable de microfiltración se describieron en tablas de contingencia y gráficos de barras.

En el grupo de acondicionamiento láser, el grado de microfiltración se distribuyó en su mayoría entre los niveles 0 y 1, sin embargo, se presentaron dos casos de grados más altos. Tabla 2 y figura 2. De la forma similar el grupo control muestra distribución de los grados de microfiltración donde

la mayoría no presente microfiltración (grado 0), pero hay 2 casos con grado 3 de microfiltración. Tabla 1 y figura 1. Para el grupo con preacondicionamiento láser Erbio de 2780 nm y grabado ácido, los valores de microfiltración se hallaron entre el 0 y 1. Tabla 3 y figura 3.

Análisis inferencial-prueba de hipótesis

Comparación del grado de microfiltración de la unión diente-sellante entre el grupo con preacondicionamiento láser más ácido, acondicionamiento laser más adhesivo y control mediante la prueba estadística no paramétrica de Krukall Wallis ($p < 0.05$).

Ho: No existen diferencias de microfiltración entre los grupos de estudio

H1: Existen diferencias de microfiltración entre los grupos de estudio

3.8 Consideraciones éticas

La presente investigación se realizará de acuerdo con los estándares éticos establecidos en la declaración de Helsinki de 1964 y sus modificaciones posteriores. Todas las piezas dentarias se obtuvieron de pacientes con indicaciones de extracción por motivos ortodónticos dichas piezas fueron donadas por la clínica dental Sonrisa Latina (anexo 3). La autoría de toda la información utilizada es citada y referenciadas según las normas APA sexta edición. Se desliga cualquier conflicto de interés con los instrumentos y materiales utilizados los cuales han sido únicamente utilizados para fines de investigación.

IV. Resultados

Los resultados de las mediciones según el grado de microfiltración que fueron analizadas en el laboratorio (anexo 4) fueron realizar la prueba estadística no paramétrica Krukall Wallis con un margen de error de 5% ($p < 0.05$).

Tabla 1

Grado de microfiltración de la unión diente-sellante en el grupo control.

Grupo Control	Grado 0	Grado 1	Grado 2	Grado 3
Frecuencia	6	1	1	2
Porcentaje	60.0%	10.0%	10.0%	20.0%

Observamos que los resultados de las muestras de este grupo obtuvieron todos los grados posibles de microfiltración con una inclinación al grado 0.

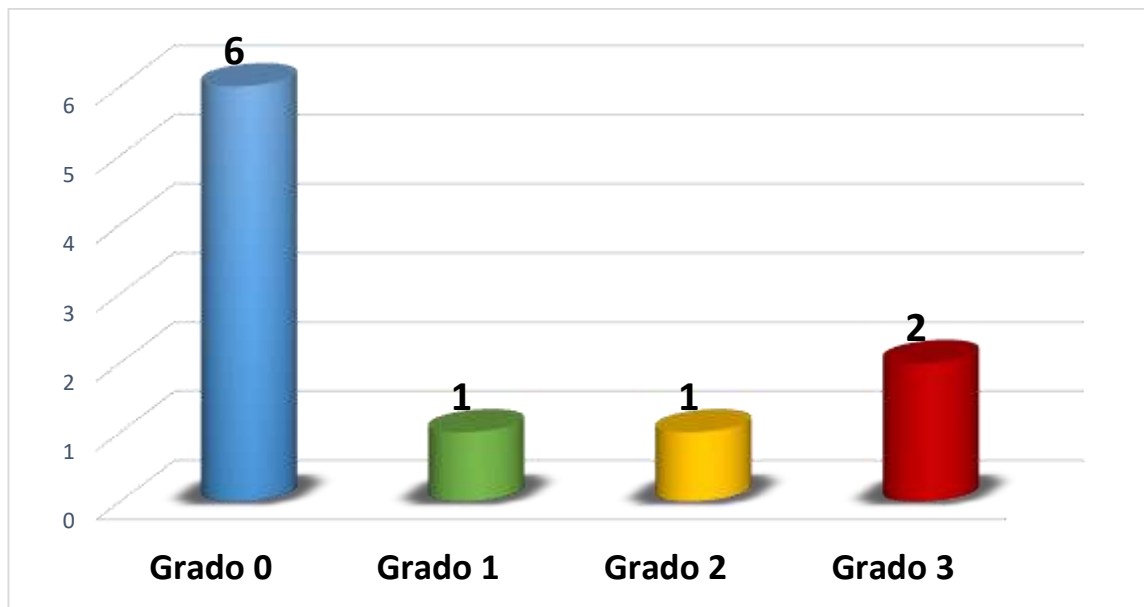


Figura 1. Distribución de la frecuencia del grado de microfiltración para el grupo control.

Tabla 2

Grado de microfiltración de la unión diente-sellante en el grupo donde se realizó acondicionamiento láser.

Grupo Láser	Grado 0	Grado 1	Grado 2	Grado 3
Frecuencia	4	4	1	1
Porcentaje	40.0%	40.0%	10.0%	10.0%

Observamos que las muestras obtuvieron todos los grados de microfiltración posibles, sin embargo, tuvieron una inclinación mayormente hacia el grado 0 y 1 de igual manera.

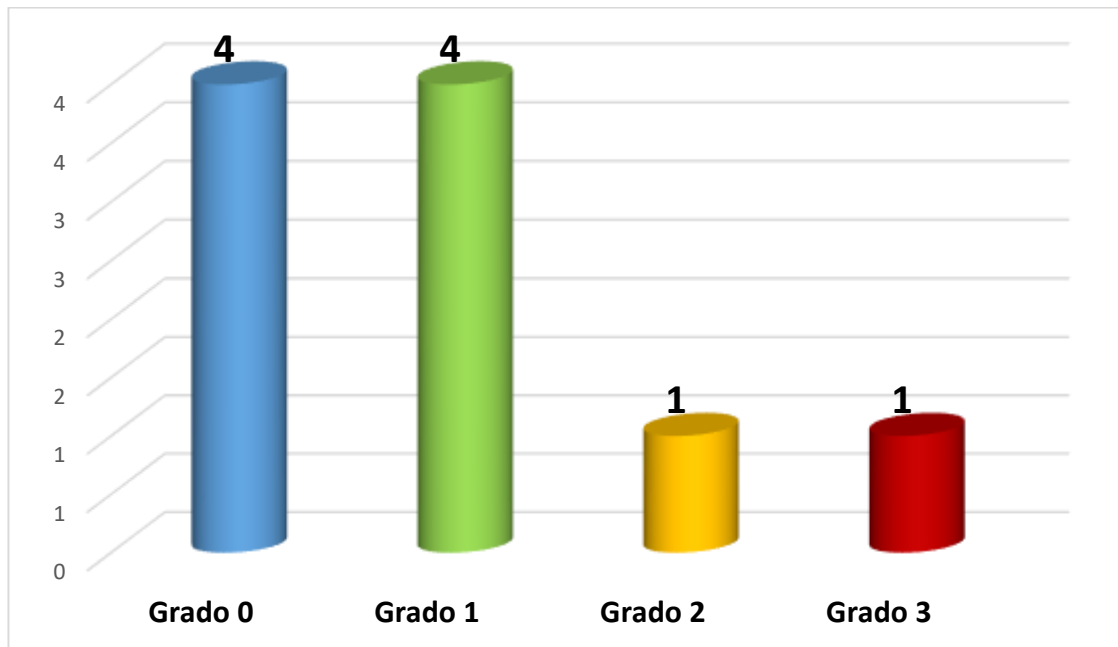


Figura 2. Distribución de la frecuencia del grado de microfiltración para el grupo laser.

Tabla 3

Grado de microfiltración de la unión diente-sellante en el grupo donde se realizó preacondicionamiento con láser Erbio de 2780 nm + grabado ácido.

Láser+ ácido	Grado 0	Grado 1	Grado 2	Grado 3
Frecuencia	9	1	0	0
Porcentaje	90.0%	10.0%	0.0%	0.0%

Observamos que el 90% de las muestras no presentaron microfiltración, a excepción de una muestra que presentó un grado mínimo de microfiltración.

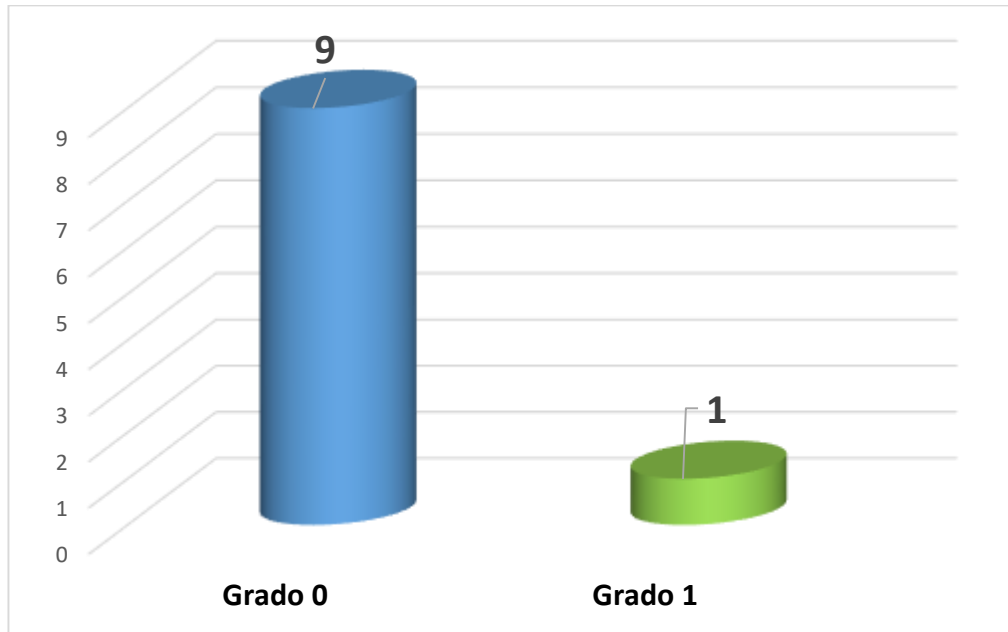


Figura 3. Distribución del grado de microfiltración para el grupo Laser+ácido.

Tabla 4

Comparación del grado de microfiltración de la unión diente-sellante entre el grupo con preacondicionamiento láser más ácido, acondicionamiento laser y control.

Microfiltración	Control		Láser		Láser+ácido		Chi2	p-valor ^a
Grado 0	6	60.0%	4	40.0%	9	90.0%	5.04	0.0805
Grado 1	1	10.0%	4	40.0%	1	10.0%		
Grado 2	1	10.0%	1	10.0%	0	0.0%		
Grado 3	2	20.0%	1	10.0%	0	0.0%		

Basada en la prueba de Kruskal Wallis

Al realizar el contraste de hipótesis se obtiene valor de $p=0.0805$, por lo que no podemos rechazar la H_0 , concluyendo que no existen diferencias estadísticamente significativas del grado de microfiltración entre los grupos evaluados.

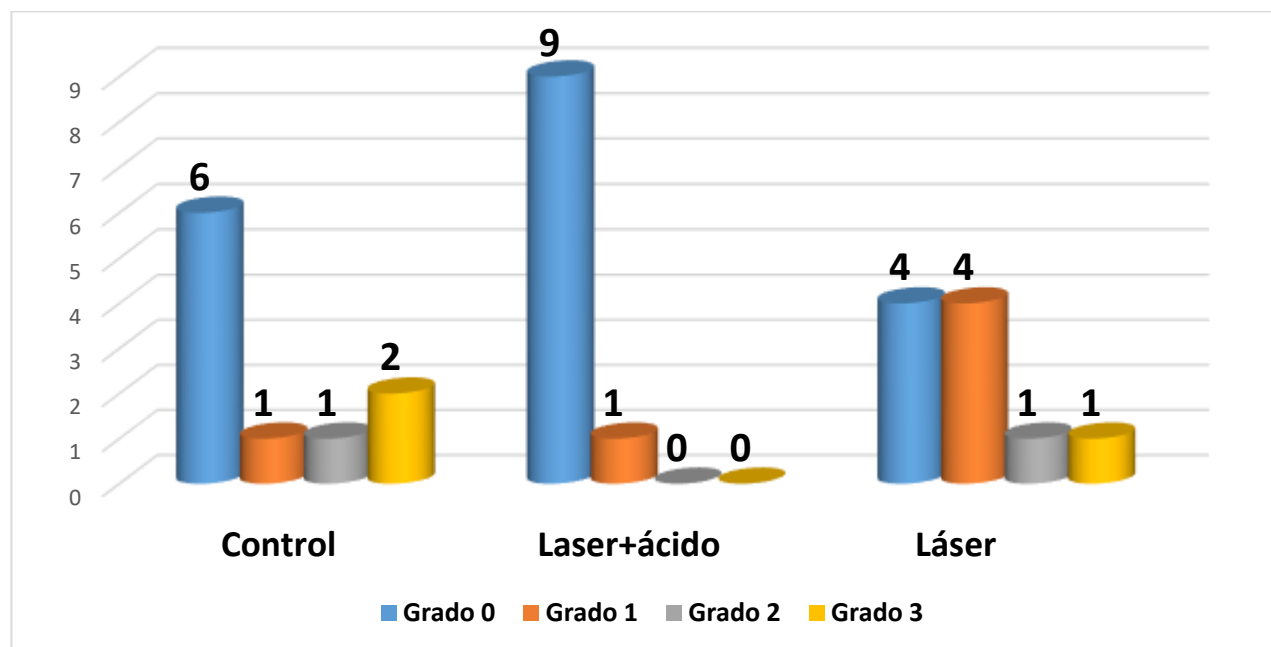


Figura 4. Distribución de frecuencia de los grados de microfiltración para los grupos de evaluados.

V. Discusión de resultados

En esta investigación hemos podido notar que estadísticamente no hay diferencias entre los 3 grupos de estudio por lo cual estaríamos rechazando la hipótesis de estudio sin embargo clínicamente el grupo con preacondicionamiento láser más grabado ácido fue el que obtuvo mejores resultados ya que casi en su totalidad no obtuvo microfiltración alguna.

Güçlü, Dönmez, Hurt y Coleman (2018) en su estudio se demostró que si hubieron diferencias significativas en los grupos donde usaron el láser frente a los demás. Al igual que nuestro estudio se evaluó el efecto del láser Erbium en el grado de microfiltración en sellantes, donde también analizaron grupos con acondicionamiento láser más ácido aunque dicho estudio tuvo el doble de grupos que en presente, el número de muestras por grupo fue la misma. Por lo cual podríamos deducir que un incremento del número de grupos de estudio tal vez hubiera modificado los resultados estadísticos a favor del grupo con acondicionamiento láser más ácido.

En otro estudio con el mismo propósito no se encontraron diferencias significativas entre los grupos con láser Er,Cr:YSGG y grupo control, además que en los resultados mostraron los valores de microfiltración más bajos en el grupo de control que en el grupo láser. Pero cabe resaltar que el láser se utilizó como acondicionante único por lo que se podría estar demostrando que el láser usado como preacondicionante junto al ácido grabador da mejores resultados que usándolo como único agente acondicionante (Almojaly *et al.*, 2019).

En cuanto a la potencia aplicada para el acondicionamiento en el esmalte aún es muy controversial. En una investigación se mostró que la fuerza de unión producida entre el esmalte y el sellador es similar con el grabado ácido y/o el pretratamiento con láser Er,Cr:YSGG; es decir que no hubo diferencias significativas entre estos procedimientos, de la misma forma que notamos en el

presente estudio. Sin embargo se concluyó que si el láser Er,Cr:YSGG se va usar solo, se necesitaría una potencia de 3.5 W ya que una potencia más baja produce una fuerza de unión inferior (AlHumaid, Sulaiman y Bedi, 2018).

Sungurtekin y Oztas (2015) llegaron a concluir en su estudio que el grabado con láser Er:YAG y Er,Cr:YSGG tiene valores de resistencia de unión estadísticamente similares en comparación con el grabado con ácido convencional, cabe recalcar que fue un estudio en dientes primarios. Al igual que el estudio anterior se demostró que el grabado con láser Er,Cr:YSGG de 2.5 W no pudo proporcionar un rendimiento de unión adecuado en el esmalte primario mientras que con 3.5W produjo resultados comparables a la técnica de grabado convencional.

Como sabemos hay dos tipos de láser Erblio que tienen características similares y cuyo cromóforo para ambos es el agua pero tienen longitud de onda diferente. Un estudio donde se realizó una comparación de acondicionamiento en esmalte entre estos dos láseres frente al ácido fosfórico en donde se demostró que laser Er:YAG de 2 y 3 W tuvo mayor fuerza de unión que el grupo de ácido fosfórico, sin embargo superficies grabadas con láser Er,Cr:YSGG mostraron una menor fuerza de unión que el mismo grupo con ácido fosfórico, aunque evaluando la fuerza de enlace de todos los grupos no se demostró diferencias significativas. Cabe mencionar que el grupo con láser Er:YAG a una potencia de 3 W fue el que obtuvo mayor fuerza de unión (Mirhashemi, Chiniforush, Sharifi, y Hosseini, 2018).

Alkudhairy *et al.* (2018) se evaluó la eficacia del láser Er,Cr:YSGG sobre la resistencia de unión y la microfiltración del esmalte blanqueado. Donde se usó el láser para acondicionar el esmalte a una potencia de 4.5 W; lo compararon con el ácido ascórbico, el cual es el agente de elección utilizado para contrarrestar los efectos del esmalte luego del blanqueamiento. En este estudio se

mostro un efecto de reversión significativo para el esmalte blanqueado comparándolo con el ácido ascórbico en cuanto a la resistencia de la unión y microfiltración del esmalte blanqueado.

En otro estudio se analizó la durabilidad de adhesión evaluando los grupos a las 24 horas y 12 meses, a diferentes configuraciones de potencia y frecuencia de pulso; 3 y 6 W a 20, 35 y 50 Hz. En el estudio mostraron que aumentando la frecuencia de pulso a 50 Hz produce una mejora significativa en la unión al esmalte, también se reveló que el almacenamiento en agua durante 12 meses no afectó negativamente la adhesión en los grupos irradiados con láser Er,Cr:YSGG, concluyendo que los parámetros de láser probados no causaron ninguna alteración en el esmalte (Kerim, 2018).

Como hemos podido notar existe una discrepancia notable entre los parámetros utilizados en los estudios con láser Er,Cr:YSGG esto hace que la evaluación de los resultados y su comparación con otros estudios sea compleja. Sin embargo está claro que los parámetros de irradiación importantes como la frecuencia, la potencia y las relaciones de enfriamiento de agua y aire son relevantes para tener efectos significativos en el estudio.

VI. Conclusiones

- El grupo control mostró en sus resultados todos los grados de microfiltración posibles, pero tuvo un porcentaje de 60% con grado 0.
- El grupo con acondicionamiento solo con láser al igual que el grupo control mostro todos los grados de microfiltración con un mayor porcentaje en el grado 0 y 1.
- El grupo con preacondicionamiento láser más grabado ácido mostro solo grado de microfiltración 0 y 1, con un 90% de muestras con grado de microfiltración 0.
- El grupo control al igual que el grupo con acondicionamiento laser más adhesivo tuvo resultados con todos los grados de microfiltración, pero tuvo una inclinación marcada hacia el grado 0; a pesar de eso fue el grupo que obtuvo más muestras con una microfiltración máxima de grado 3.
- A pesar que la prueba estadística no afirmara la hipótesis del estudio, clínicamente si se pudo ver la diferencia en los resultados; con una mejor reacción ante la microfiltración en el grupo con preacondicionamiento láser más grabado ácido.

VII. Recomendaciones

- Se recomienda realizar mayores investigaciones utilizando el láser Erbium ya que este estudio demostró resultados positivos en su uso. Al no tener un acceso fácil a su uso se recomienda investigaciones de menos grupos, pero con un mayor número de muestras.
- Se recomienda realizar más investigaciones de técnicas innovadoras que pueden dar resultados positivos y ayudar con el avance de la odontología.
- Al ser un tratamiento en su mayoría pediátrico se recomienda estudios bajo contaminaciones por humedad como son la saliva y el agua ya que es un desafío común en la atención de un paciente pediátrico.
- Se recomienda seguir realizando estudios de microfiltración con mayores horas de sumersión en azul de metileno y un mayor tiempo de espera en la lectura microscópica para ver si existe alguna diferencia que podría cambiar resultados.
- Se recomienda realizar otras investigaciones siguiendo el mismo lineamiento del estudio, comparando materiales selladores de última gama como son los giomeros.

VIII. Referencias

- AlHabdan, A. (2017). Review of microleakage evaluation tools. *Journal International Oral Health*, 9(4), 141-145. Recuperado de <http://www.jioh.org/article.asp?issn=0976-7428;year=2017;volume=9;issue=4;spage=141;epage=145;aulast=AlHabdan>
- AlHumaid, J., Sulaiman, A. y Bedi, S. (2018). Effect of erbium laser on microtensile bond strength of fissure sealant in primary teeth: An in vitro study. *Saudi Journal Of Medicine and Medical Sciences*, 6(1), 27-31. doi:10.4103 / sjmms.sjmms_102_17
- Alkhudairy, F., AlKheraif, A., Bin-Shuwaish, M., Al-Johany, S., Naseem, M. y Vohra, F. (2018). Effect of Er,Cr:YSGG Laser and Ascorbic Acid on the Bond Strength and Microleakage of Bleached Enamel Surface. *Photomedicine and Laser Surgery*, 36(8), 431–438. doi:10.1089/pho.2018.4437
- Almojaly, A., Al-Hamdan, S., Alrahlah, A., Qutub, O., Alnajashi, S., Vohra, F. y Abduljabbar, T. (2018). Effect of Er,Cr:YSGG on bond strength and microleakage of dentin bonded to resin composite with different distance and irradiation time. *Elsevier B. V*, 25(1), 204-207. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.pdpdt.2018.10.017>
- Anusavice, J., Shen, C. y Rawls, R. (2013). *Science of Dental Materials*. Amsterdam: Elsevier. Recuperado de https://www.academia.edu/37341605/Philips_Science_of_Dental_Materials.pdf
- Arrieta, A. y Zamora, M. (2018). *Comparación del efecto del uso de tres materiales resinosos en la microfiltración marginal de sellantes de fosas y fisuras in vitro* (tesis de pregrado). Universidad privada Antonio Guillermo Urrelo, Cajamarca. Recuperado de

<http://repositorio.upagu.edu.pe/bitstream/handle/UPAGU/609/COMPARACION%20DEL%20EFECTO%20DEL%20USO%20DE%20TRES%20MATERIALES%20RESINOSOS%20EN%20LA%20MICROFILTRACION%20MARGINAL%20DE%20SELLANTES%20DE%20FOSAS%20Y%20FISURAS%20in%20vitro-1%20-copia%20%281%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Basting, T. y Serra, C. (1999). Occlusal caries: Diagnosis and noninvasive treatments. *Rest Dent*, 30(3), 174-178. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10356570>

Bastos, V., De Mello, J. y Do Rego, M. (2005). Diagnóstico da Cárie oclusal: Considerações comparativas entre os métodos da inspección visual, inspecao tatil e exame radiográfico convencional. *Revista de Odontología da Universidade cidade de Sao Paulo*, 17(2), 171-176. Recuperado de <https://www.odon.edu.uy/ojs/index.php/ode/article/view/251>

Betancourt, S., De Prabhakar, Padilla, I., Isassi, H., Padilla, J., Oliver, R. y Trejo, S. (2017). Microfiltracion de tres selladores de fosetas y fisuras con diferentes estructuras de relleno: estudio in vitro. *revista academica Mexicana odontologica pediatrica*, 29(1), 6-10. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/324900494_Microfiltracion_de_tres_selladores_de_fosetas_y_fisuras_con_diferentes_estructuras_de_relleno_estudio_in_vitro

Blum, R. (2001). Restorative dentistry with the Er:YAG laser. *J. Oral Laser applications*, 1(1), 55-58. Recuperado de <https://web.a.ebscohost.com/abstract?direct=true&profile=ehost&scope=site&authtype=crawler&jrnl=14737809&AN=37469462&h=Ls67SqLNP3b4dplFO%20bazxBdXAwchWV4>

m8WhwL1WIXbBOicwS76%2fYCWuQLDpdBrdD4BfJUQVxdxmMrkw0ulxrAw%3d%
3d&crl=c&resultNs=AdminWebAuth&resultLocal

Buonocore, G. (1955). A Simple Method of Increasing the Adhesion of Acrylic Filling Materials to Enamel Surfaces. *Jornal of Dental Research*, 34(6), 849-853. Recuperado de <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/00220345550340060801>

Ciamponi, L. (1998). In vitro evaluation of sealant microleakage under the influence of contamination, use of primer type of sealant. *Rev Odontologia Univ Sao Paulo*, 12(2), 93-98. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-06631998000200002>

Ciucchi, P., Neuhaus, K., Emerich, M., Peutzfeldt, A. y Lussi, A. (2015). Evaluación de diferentes tipos de acondicionamiento del esmalte antes de la aplicación de un sellador e fisuras. *Lasér en ciencias medicas*, 30(1), 1-9. doi:10.1007 / s10103-013-1333-2

Coluzzi y Convissar. (2012). Fundamentos del láser. En R. A. Convissar. (1 Ed.) , *Láser en odontología : Principios y practica* (pp. 12-13). Barcelona, España: Elsevier. Recuperado de <https://es.scribd.com/document/377077996/LA-SER-EN-ODONTOLOGI-A>

Conrado, A. (1997). Analytic review of the literature of the use of sealants in dentistry. *Rev Odonto Cienc*, 12(24), 221-243. Recuperado de <http://scielo.sld.cu/scieloOrg/php/reflinks.php?refpid=S0034-7507200600020000900021&lng=es&pid=S0034-75072006000200009>

Convissar, A. (2012). *Láser en odontología: Principios y practica* (1 ed.). Barcelona, España: Elsevier. Recuperado de <https://es.scribd.com/document/377077996/LA-SER-EN-ODONTOLOGI-A>

- Cueto, E. (1965). *Sealing of pits and fissures with an adhesive compound and its use in prevention of caries* (tesis de maestría). University of Rochester Medical and Dental school, Rochester, New York. Recuperado de <http://lorenahuizer.tk/download/MtlpAAAAMAAJ-adhesive-sealing-of-pits-and-fissures-for-caries-prevention>
- Cueto, E. y Buonocore, M. (2013). Sealing of pits and fissures with an adhesive resin: its use in caries prevention. *The Journal of the American Dental Association*, 75(1), 121–128. doi:10.14219/jada.archive.1967.0205
- Dean, A. (2016). *McDonald and Avery's Dentistry for the Child and Adolescent*. Amsterdam: Elsevier Health Sciences. Recuperado de <http://repository.fue.edu.eg/xmlui/bitstream/handle/123456789/1860/10805.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Deery, C. (2013). Strong evidence for the effectiveness of resin based sealants. *Evid. basada en dent.*, 14(3), 69-70. doi:10.1038/sj.ebd.6400945
- Dhar, V. y Chen, H. (2012). Evaluation of resin based and glass ionomer based sealants placed with or without tooth preparation-a two year clinical trial. *Pediatr. Dent*, 34(1), 46-50. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22353457>
- Eversole, R. y Rizoiu, M. (1995). Preliminary investigations on the utility of an erbium chromium YSGG laser. *J. Calif Dent Assoc.*, 23(12), 41-47. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9052027>

- Federlin, M., Thonemann, B., Hiller, K., Fertig, C. y Schmalz, G. (2002). Microleakage in Class II composite resin restorations: Application of a clearing protocol. *Clin Oral Investigation*, 6(2), 84-91. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12166719>
- Feigal, J., Hitt, J. y Splieth, C. (1993). Retaining Sealant on Salivary Contaminated Enamel. *Am Dent Assoc.*, 124(3), 88-97. doi: <https://doi.org/10.14219/jada.archive.1993.0069>
- Fernando de Goes, M. y Montes, M. (2004). Evaluation of silver methenamine method for nanoleakage. *J Dent*, 32(5), 391-398. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15193788>
- Fitchie, J., Reeves, G., Scarbrough, A. y Hembree, J. (1990). Microleakage of two new dentinal bonding systems. *Quintessence*, 21(9), 749-752. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2128850>
- Frencken, E. (2017). Atraumatic restorative treatment and minimal intervention dentistry. *Dent Journal*, 223(1), 183-189. Recuperado de <https://www.nature.com/articles/sj.bdj.2017.664>
- Fusayama, T. y Terachima, S. (1972). Differentiation of two layers of carious dentin by staining. *Journal of Dental Research*, 51(3), 866. doi:10.1177/0022034572051003260
- Gale, M., Darvell, B. y Cheung, G. (1994). Three-dimensional reconstruction of microleakage pattern using a sequential grinding technique. *J Dent*, 22(6), 370-375. doi:10.1016/0300-5712(94)90091-4
- Garcia, F. y Borba de Araujo, F. (1994). Enhancement of fissure sealant preparation and adaptation: the enameloplasty technique. *J Clinic Pediatr Dent*, 19(1), 13-18. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7865416>

- Going, R., Massier, M. y Dute, H. (1960). Marginal penetration of dental restorations by different radioactive isotopes. *J Dent Res*, 39(2), 273-284. doi:10.1177/00220345600390020901
- Goldstein, R., Lamba, S., Lawson, N., Beck, P., Oster, R. y Burgess, J. (2017). Microleakage around Class V composite restorations after ultrasonic scaling and sonic toothbrushing around their margin. *J Esthet Restor Dent*, 29(1), 41-48. doi: 10.1111/jerd.12262
- González, C., Rojas, S., Úsuga, V., Torres, C. y Delgado, E. (2014). Protocolos diseñados pra el biobanco de dientes de la universidad nacional de Colombia. *acta odontologic Colombiana*, 4(2), 79-93. Recuperado de https://revistas.unal.edu.co/index.php/actaodontocol/article/view/48748/pdf_9
- Groth, B., Mercer, E. y Anderson, P. (2001). Microtomographic analysis of subsurface enamel and dentine following Er:YAGlaser and acid etching. *Eur J Prosthodont Restor Dent*, 9(2), 73-79. Recuperado de <http://europepmc.org/abstract/med/11803892>
- Güçlü, A., Dönmez, N., Tüzüner, T., Odabas, E., Hurt, P. y Coleman, J. (2016). The impact of Er:YAG laser enamel conditioning on the microleakage of a new hydrophilic sealant—UltraSeal XT® hydro™. *Lasers Med Sci*, 31(4), 1-9. doi:10.1007/s10103-016-1878-y
- Güçlü, A., Dönmez, N., Hurt, P. y Coleman, J. (2018). Effect of Er:YAG laser enamel conditioning and moisture on the microleakage of a hydrophilic sealant. *Odontology*, 106(3), 225-231. doi:10.1007/s10266-017-0323-4
- Gupta, A., Tavane, P., Gupta , P., Tejolatha, B., Lakhani, A. y Tiwari, R. (2017). Evaluation of microleakage with total etch, self etch and universal adhesive systems in Class V

restorations: An in vitro study. *J Clin Diagn Res*, 11(4), 53-56.

doi:10.7860/JCDR/2017/24907.9680

Gutknecht, N., Franzen, R., Schippers, M. y Lampert, F. (2004). Bactericidal effect of a 980 nm diode laser in the root canal wall dentin of bovine teeth. *J. Clin. Laser Med. Surg.*, 22(1), 9-13. doi:10.1089/104454704773660912

Hashemikamangar, S., Pourhashemi, S., Nekooimehr, Z., Dehaki, M. y Kharazifard, M. (2016). Effect of lactic acid on microleakage of Class V low-shrinkage composite restorations. *Journal of Dentistry of Tehran University of Medical Sciences*, 13(4), 223-230.

Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5253214/>

Hatibovic, S., Butler, S. y Sadek, H. (2001). Microleakage of three sealant following conventional, bur, and air-abrasion preparation of pit and fissures. *Int J Paediatr Dent*, 11(6), 409-416.

Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11759100>

Hatibovic, S., Wright, G. y Braveman, I. (1998). Microleakage of sealants after conventional, bur, and air abrasion preparation of pits and fissures. *Pediatric Dentistry*, 20(3), 173-176.

Recuperado de

<https://pdfs.semanticscholar.org/7ab7/3e253e63e907770f7391afeca0ef1ec13aa1.pdf>

Henry, A., Judy, M. y Dyer, B. (1995). Sensitivity of porphyromonas and prevotella species in liquid media to argón laser. *Photochem Photobiol*, 61(4), 410-413. Recuperado de

<https://doi.org/10.1111/j.1751-1097.1995.tb08631.x>

Hernández, R., Fernandez, C. y Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación*. Mexico D. F, Mexico: Mc Graw Hill Education. Recuperado de

https://periodicooficial.jalisco.gob.mx/sites/periodicooficial.jalisco.gob.mx/files/metodologia_de_la_investigacion_-_roberto_hernandez_sampieri.pdf

Herrera, S. F. y Albites, U. (2015). Grado de microfiltración en sellantes dentales usados en premolares con dos tratamientos de superficie dental. *Revista científica odontologica.*, 3(1), 241-248. doi:<https://doi.org/10.21142/2523-2754-0301-2015-241-248>

Iwami, Y., Hayashi, M., Takeshige, F. y Ebisu, S. (2007). The accuracy of electrical method for microleakage evaluation by a three-dimensional analysis. *J Dent*, 35(3), 268-274. doi:10.1016/j.jdent.2006.09.003

Kantovitz, K. R., Pascon, F. M., Correr, G. M., Alonso, R. C., Rodrigues, L. K., Alves, M. C. y Puppin, R. M. (2009). Influence of environmental conditions on properties of ionomeric and resin sealant materials. *Journal Appl oral Sci*, 17(4), 294-300. doi:10.1590/s1678-77572009000400006

Kerim, M. (2018). The durability of adhesion to Er,Cr:YSGG laser-irradiated enamel. *Laser therapy*, 27(2), 124–130. doi:10.5978/islsm.18-or-12

Khogli, A. E., Cauwels, R., Vercruyse, C., Verbeeck, R. y Martens, L. (2013). Microleakage and penetration of a hydrophilic sealant and a conventional resin-based sealant as a function of preparation techniques: a laboratory study. *Int J Pediatr Dent*, 23(1), 13-22. doi:10.1111/j.1365-263X.2011.01218.x

Khoroushi, M. y Ehteshami, A. (2016). Marginal microleakage of cervical composite resin restorations bonded using etch-and-rinse and self-etch adhesives: Two dimensional vs.

three dimensional methods. *Restorative Dentistry & Endodontics*, 41(2), 83-90.

doi:10.5395/rde.2016.41.2.83

Kolavic, S., Griffin, O., Malvitz, M. y Gooch, F. (2009). A comparison of the effects of toothbrushing and handpiece prophylaxis on retention of sealant. *J. Am. Dent. Assoc*, 140(1), 38-46. doi:10.14219/jada.archive.2009.0016

Limeback, H. (2012). *Comprehensive Preventive Dentistry*. New York, USA: John Wiley and Sons: Hoboken. Recuperado de

https://books.google.com.pe/books?id=bar1W50pfgEC&pg=PA30&hl=es&source=gbs_selected_pages&cad=2#v=onepage&q&f=false

Lindemeyer, G. (2007). The use of glassionomer sealants on newly erupting permanent molars. *J Can Dent Assoc*, 73(2), 131-134. Recuperado de <https://www.cda-adc.ca/jcda/vol-73/issue-2/131.pdf>

Markovic, D. L., Petrovic, B. B., Peric, A., Trišić, D., Kójico, S., Kuljic, B. L. y Stojanovic, G. (2019). Evaluation of Sealant Penetration in Relation to Fissure Morphology, Enamel Surface Preparation Protocol and Sealing Material. *salud Oral Prev Dent*, 17(4), 349- 355. doi:10.3290 / j.ohpd.a42689

Marquezan, M., Corrêa, N., Sanabe, E., Rodrigues, E., Hebling, J. y Guedes, C. (2009). Artificial methods of dentine caries induction: A hardness and morphological comparative study. *Arch Oral Biol*, 54(12), 1111-1117. doi:10.1016/j.archoralbio.2009.09.007

- Mertz, E., Smith, C. y Williams, J. (1992). Cariostatic and ultraconservative sealed restorations: six-year results. *The Journal of the American Dental Association*, 129(1), 55-66.
Recuperado de <https://doi.org/10.14219/jada.archive.1998.0022>
- Mirhashemi, H., Chiniforush, N., Sharifi, N. y Hosseini, M. (2018). Comparative efficacy of Er,Cr:YSGG and Er:YAG lasers for etching of composite for orthodontic bracket bonding. *Lasers in Medical Science*, 33(4), 835–841. doi:10.1007/s10103-017-2417-1
- Mirzakhani, M., Mousavinasab, S. y Atai, M. (2016). The effect of acrylate-based dental adhesive solvent content on microleakage in composite restorations. *Dental Research Journal*, 13(6), 515-520. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5256015/>
- Mixson, J., Eick, J., Chappell, R., Tira, D. y Moore, D. (1991). Comparison of two-surface and multiple-surface scoring methodologies for in vitro microleakage studies. *Dent Mater*, 7(3), 191-196. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1813342>
- Mohammad, A. y Fahim, V. (2019). Effect of phototherapy on dentin bond strength and microleakage when bonded to resin with different conditioning regimes. *ScienceDirect*, 25(1), 271-274. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.pdpdt.2018.12.014>
- Mohapatra, A. y Sivakumar, N. (2011). Microleakage evaluation using acetate peel technique. *J Clin Pediatr*, 35(3), 283-288. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21678671>
- Moritz, A., Schoop, U. y Goharkhay, K. (1998). Treatment of periodontal pockets with a diodo laser. *Department of conservative Dentistry, Dental school of the university of Vienna*.

Lasers Surg Med., 22(5), 302-311. doi:10.1002/(sici)1096-9101(1998)22:5<302::aid-lsm7>3.0.co;2-t

Muller, M., Lupi, L., Tardieu, C., Velly, M. y Antomarchi, C. (2006). Retention of resin-based pit and fissure sealants: a systematic review. *Epidemiología oral*, 34(5), 321-336. doi:10.1111/j.1600-0528.2006.00319.x

Naaman, R., El-Housseiny, A. y Alamoudi, N. (2017). The Use of Pit and Fissure Sealants-A Literature Review. *dentistry journal*, 5(4), 34. doi:10.3390/dj5040034

Orłowski, M., Tarczydło, B. y Chałas, R. (2015). Evaluation of marginal integrity of four bulk-fill dental composite materials: In vitro study. *The scientific World Journal*. 2015(1), 1- 8. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.1155/2015/701262>

Öztürk, F., Ersöz, M., Öztürk, S., Hatunoğlu, E. y Malkoç, S. (2016). Micro-CT evaluation of microleakage under orthodontic ceramic brackets bonded with different bonding techniques and adhesives. *Eur J Orthod*, 38(2), 163-169. doi:10.1093/ejo/cjv023

Pinkham, R., Casamassimo, S., Fields, W., McTigue, J. y Nowak, A. (2005). *Odontopediatria: infancia a través de la adolescencia* (4 ed.). Amsterdam, Países bajos: Elsevier Health Sciences. Recuperado de <https://dental-library.com/pediatric-dentistry-infancy-through-adolescence-4th-edition/>

Puppin, M., Baglioni, E., DeGoes, F. y Garcia, F. (2006). Compomer as a pit and fissure sealant: Effectiveness and retention after 24 months. *J. Dent Child*, 73(1), 31-36. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16734311>

- Quispe, A. (2017). *Evaluacion del grado de microfiltracion de tres materiales utilizados como sellantes de fosas y fisuras profundas* (tesis de pregrado). Universidad Nacional mayor de San Marcos, Lima, Perú. Recuperado de http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/cybertesis/6530/Quispe_da.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Reddy, R., Chowdhary, N., Mukunda, K., Kiran, N., Kavyarani, B. y Pradeep, M. (2015). Retention of resin-based filled and unfilled pit and fissure sealants: A comparative clinical study. *Contemp. Clinic Dent*, 6(1), 18-23. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25821368>
- Revilla, V., Aranabat, J., España, A. J. y Gay, C. (2004). Aplicaciones de los láseres de Er:YAG y de Er, Cr:YSGG en odontología. *RCOE*, 9(5), 551-562. Recuperado de http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1138-123X2004000500006
- Sams, D., Dickinson, G., Russell, C. y Dadian, T. (1995). Prophylaxis with microprophy or micro etcher for pit and fissure sealants. *J Dent Res*, 74(73), 490. Recuperado de https://pdfs.semanticscholar.org/7ab7/3e253e63e907770f7391afeca0ef1ec13aa1.pdf?_ga=2.258201672.395970050.1570223020-711268403.1570054035
- Santini, A., Gallegos, I. y Felix, C. (2013). Photoinitiators in dentistry: a review. *J Dent*, 2(4), 30-33. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24466621>
- Scott, L. y Greer, D. (1987). The effect of an air polishing device on sealant bond strength. *Journal of Prosthetic Dentistry*. *J Prosthet Dent*, 58(3), 384-387. doi:10.1016/0022-3913(87)90063-1

Sennhenn, S., Klaue, S. y Wolff, N. (2007). Decontamination of rough titanium surfaces with diode lasers: microbiological findings on in vivo grown biofilms. *Clin. oral implant Res.*, 18(1), 126-132. Recuperado de <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1600-0501.2006.01298.x>

Sheila, H., Jarvis, T. y Cheng, Y. (1998). Effect of topical fluoride treatment on tensile bond strength of pit and fissure sealants. *General Dentistry*, 46(1), 278-280. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/12021034_Effect_of_topical_fluoride_on_retenti_on_of_pit_and_fissure_sealants

Simonsen, J. (2002). Pit and fissure sealant: review of the literature. *Pediatr Dent*, 24(5), 393-414. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12412954>

Smith, L. (2012). Tratamiento periodontal no quirúrgico asistido por láser. En R. A. Convissar. (1 Ed.), *Láser en odontología. Principios y practica* (pp. 28-29). Barcelona: Elsevier. Recuperado de <https://es.scribd.com/document/377077996/LA-SER-EN-ODONTOLOGI-A>

Subramaniam, P. y Pandey, A. (2016). Assessment of microleakage of a composite resin restoration in primary teeth following Class III cavity preparation using Er, Cr: YSGG laser: An in vitro study. *Journal Of Lasers in Medical Sciences*, 7(3), 172-176. doi:10.15171/jlms.2016.30

Sundfeld, H. (1999). Applications of sealants: the confirmation of effective method in the prevention of caries of pits and fissures. *Rev Bras Odonto*, 56(2), 76-82. doi:10.1016/0022-39138790063-1

- Sungurtekin-Ekci, E. y Oztas, N. (2015). Microtensile bond strength of a resin-based fissure sealant to Er,Cr:YSGG laser-etched primary enamel. *Odontology*, *104*(2), 163–169. doi:10.1007/s10266-015-0203-8
- Tavangar, M., Tayefeh, R., Darabi, F., Karambin, M. y Kazemi, R. (2016). A comparative evaluation of microleakage of two low-shrinkage composites with a conventional resin composite: An in vitro assessment. *J Dent*, *17*(1), 55-61. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26966710>
- Urquía, C., Brasca, N., Girardi, M., Bonnin, C., Rios, A., Girardi, I.,... Delgado, A. (2017). Influencia de los selladores de superficie en la microfiltración en restauraciones compuestas. *Scielo* , *11*(4), 467-473. doi:<https://dx.doi.org/10.4067/S0718-381X2017000400467>
- Warren, P., Infante, B., Rice, C., Turner, D. y Chan, T. (2001). Effect of topical fluoride on retention of pit and fissure sealants. *J. Dentistry Hyg*, *75*(1), 21-24. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11314222>
- Weight (2016). Guideline on Restorative Dentistry. *American Academy of pediatric dentistry*, *38*(6), 250-262. Recuperado de https://www.aapd.org/assets/1/7/G_Restorative1.PDF
- Welbury, R., Raadal, M. y Lygidakis, N. (2004). EAPD guidelines for the use of pit and fissure sealants. *Eur. J. Paediatr Dent*, *5*(3), 179-184. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15471528>
- Wright, T. y Retief, H. (1984). Laboratory evaluation of eight pit and fissure sealants. *Pediatric Dent*, *6*(1), 36-40. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/6384943>

- Wu, W. y Cobb, E. (1981). A silver staining technique for investigating wear of restorative dental composites. *J Biomed Mater Res*, 15(3), 343-348. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/6183267>
- Yavuz, I., Tumen, E., Kaya, C., Dogan, M., Gunay, A. y Unal, M. (2013). The reliability of microleakage studies using dog and bovine primary teeth instead of human primary teeth. *European Journal of Paediatric Dentistry*, 14(1), 42-46. Recuperado de <https://pdfs.semanticscholar.org/ee0d/654cc44c3852fb0d3c43605aac7c10abc3e.pdf>
- Zero, T. (2013). How the introduction of the acid-etch technique revolutionized dental practice. *Journal American Dental Association*, 144(9), 990-994.
doi:10.14219/jada.archive.2013.0224

IX. Anexos

Anexo 1: Ficha de recolección de datos

TECNICA DE COLOCACION	MUESTRA DE ESTUDIO: GRADO DE MICROFILTRACION			
Grupo control (Grabado con ácido fosfórico al 37% + sellante)	M₁:		M₆:	
	M₂:		M₇:	
	M₃:		M₈:	
	M₄:		M₉:	
	M₅:		M₁₀:	
Grupo Láser + ácido (Pre-acondicionamiento con láser Er,Cr:YSGG + grabado con ácido fosfórico al 37 % + sellante)	M₁:		M₆:	
	M₂:		M₇:	
	M₃:		M₈:	
	M₄:		M₉:	
	M₅:		M₁₀:	
Grupo Láser + adhesivo (acondicionamiento con láser Er,Cr:YSGG + adhesivo + sellante)	M₁:		M₆:	
	M₂:		M₇:	
	M₃:		M₈:	
	M₄:		M₉:	
	M₅:		M₁₀:	

Anexo 2: Certificado de capacitación de GELO-Perú



Lima, 13 de septiembre del 2019

CERTIFICADO

El Grupo de Estudio Láser en Odontología GELO-Perú mediante el presente documento certifica a la Bachiller Joseline Madeline Ramírez Nolasco de la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional Federico Villarreal, con número de DNI 72549215 y código estudiantil 2013004347; haber recibido la capacitación y el conocimiento básico necesario de las normas de seguridad para el manejo del equipo Láser Er,Cr:YSGG (Waterlase Iplus) con longitud de onda de 2780nm de la marca americana Biolase.

El grupo GELO-Perú brindó los conocimientos necesarios y supervisó los aspectos ligados a la parte láser con el fin de orientar la ejecución del proyecto de investigación titulado "Efecto in vitro del Láser Erblio de 2780 nm en la microfiltración de la unión diente-sellante"

Asegurando la veracidad del procedimiento para la investigación

Atentamente,



Dr. Sergio Jiménez Sánchez
Presidente fundador del GELO-Perú

Anexo 3: Constancia de recolección de muestra

ODONTOLOGÍA INTEGRAL

Sonrisa Latina



Av. Universitaria 6415 Urb. Santa Luzmila

962768701

Milagros_odontolatina@hotmail.com

Lima, 18 de octubre de 2019

CERTIFICADO

El consultorio dental Sonrisa Latina certifica la donación de piezas dentarias humanas a la Bachiller Joseline Madeline Ramirez Nolasco con número de DNI 72549215 y código estudiantil 2013004347.

La donación consta de 34 piezas dentarias de tipo premolares, todas estas sin caries aparente y extraídas por motivos ortodónticos, por lo que se realizó un consentimiento informado a cada uno de los pacientes sobre la utilización de sus piezas dentarias, los cuales son únicamente con fines investigativos, guardando la confidencialidad de la identidad y datos de cada uno de los pacientes.

Asegurando la veracidad del procedimiento.

Atentamente,


CD. Milagros Matos Ramirez
C.O.P. 38669



Anexo 4: Constancia del uso del equipo laser Er,Cr:YSGG



Huancayo, 03 de noviembre de 2019

CERTIFICADO

Mediante el presente documento la Clínica Dental Novadent certifica el uso del equipo láser Er,Cr:YSGG (Biolase Waterlase Iplus) con longitud de onda de 2780nm, fue utilizado por la Bachiller Joseline Madeline Ramirez Nolasco de la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional Federico Villarreal, con número de DNI 72549215 y código estudiantil 2013004347. El equipo mencionado fue usado de acuerdo a los estándares de seguridad y protocolos aceptados para la ejecución del proyecto de investigación titulado "Efecto in vitro del Láser Erblio de 2780 nm en la microfiltración de la unión diente-sellante"

Asegurando la veracidad del procedimiento para la investigación

Atentamente,

C.D. Briston Córdova Esteban
C.O.P. 9891

Anexo 5: Constancia de Termociclado



- LABORATORIO ESPECIALIZADO EN ENSAYOS MECÁNICOS DE MATERIALES
- LABORATORIO ESPECIALIZADO EN CALIBRACIONES

INFORME DE ENSAYO N°	IE-0097-2019	EDICION N° 2	Página 1 de 3
ENSAYO DE TERMOCICLADO EN DIENTES			
1. TESIS	"EFECTO IN VITRO DEL LÁSER ERBIO DE 2780 NM EN LA MICROFILTRACION DE LA UNIÓN DIENTE-SELLANTE."		
2. DATOS DEL SOLITANTE			
NOMBRE Y APELLIDOS	Joseline Madeline Ramirez Nolasco		
DNI	72548215		
DIRECCIÓN	Jr. Ciro Alegría 440 4ta Zona Collique		
DISTRITO	Comas		
3. EQUIPOS UTILIZADOS			
INSTRUMENTO	Termocupla de contacto		
MARCA	Thermometer		
APROXIMACIÓN	0,1 °C		
4. RECEPCION DE MUESTRAS			
FECHA DE INGRESO	05	Noviembre	2018
LUGAR DE ENSAYO	Boulevard Los Mirables Nro. 1319 Lote 48 Mz. M Urb. los Jardines Segunda Etapa San Juan de Lurigancho.		
CANTIDAD	3 Grupos		
DESCRIPCIÓN	Muestras de dientes		
IDENTIFICACIÓN	Grupo 1	Azul (Control)	
	Grupo 2	Rosado (Láser + Adhesivo)	
	Grupo 3	Verde Jade (Láser + Ácido)	
5. REPORTE DE RESULTADOS			
FECHA DE EMISION DE INFORME	08	Noviembre	2019

HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE SAC
Boulevard Los Mirables Nro. 1319 Lote 48 Mz. M Urb. Los Jardines 2da Etapa San Juan de Lurigancho
Telf.: +51(01) 4065 215 - 997 123 584 Lunes a Viernes de 08:00 am - 07:00 pm - Sábados de 09:00 am - 5:00 pm
E-mail.: Robet.etmec@gmail.com

Anexo 6: Constancia de análisis de microfiltración



- LABORATORIO ESPECIALIZADO EN ENSAYOS MECÁNICOS DE MATERIALES
- LABORATORIO ESPECIALIZADO EN CALIBRACIONES

INFORME DE ENSAYO N°		IE-112-2019	EDICION N° 2	Página 1 de 3
ENSAYOS DE GRADO DE MICROFILTRACION POR METODO VISUAL				
1. TESIS	"EFECTO IN VITRO DEL LÁSER ERBIO DE 2780 NM EN LA MICROFILTRACION DE LA UNIÓN DIENTE-SELLANTE"			
2. DATOS DEL SOLITANTE				
NOMBRE Y APELLIDOS	Joseline Madeline Ramirez Nolasco			
DNI	72549215			
DIRECCIÓN	Jr. Ciro Alegria 440 4ta zona Collique.			
DISTRITO	comas			
3. EQUIPOS UTILIZADOS				
INSTRUMENTO	Microscopio óptico digital			
APROXIMACIÓN	40X			
4. RECEPCIÓN DE MUESTRAS				
FECHA DE INGRESO	09	Noviembre	2019	
LUGAR DE ENSAYO	Boulevard Los Mirables Nro. 1319 Lote 48 Mz. M Urb. los Jardines Segunda Etapa San Juan de Lurigancho.			
CANTIDAD	3 Grupos			
DESCRIPCIÓN	Muestras de dientes cortados			
IDENTIFICACIÓN	Grupo 1	Grupo control		
	Grupo 2	grupo láser +ácido		
	Grupo 3	Grupo Láser +adhesivo		
5. REPORTE DE RESULTADOS				
FECHA DE EMISION DE INFORME	20	Noviembre	2019	

HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE SAC
Boulevard Los Mirables Nro. 1319 Lote 48 Mz. M Urb. Los Jardines 2da Etapa San Juan de Lurigancho
Telf.: +51(01) 4065 215 - 997 123 584. Lunes a Viernes de 08:00 am - 07:00 pm - Sábados de 09:00 am - 5:00 pm
E-mail.: Robet.etmec@gmail.com

Anexo 7: Secuencia fotográfica

Prueba piloto



- 2.5 W
- 20 HZ
- 60 % Aire 50% agua
- 60 segundos
- a 3 mm de distancia.



- 3 W
- 15 HZ
- 60 % Aire 50% agua
- 40 segundos
- a 3 mm de distancia.



- 3.5 W
- 15 HZ
- 60 % Aire 50% agua
- 40 segundos
- a 3 mm de distancia.



- 4 W
- 15 HZ
- 60 % Aire 50% agua
- 40 segundos
- a 3 mm de distancia.

El parámetro elegido fue: 4W, 15 HZ, 60% aire y 50% agua, por 40 segundos y a 3 mm de distancia.

Vistas fotográficas del trabajo de investigación:



Fotografía 1.

Piezas dentarias humanas conservadas en suero fisiológico en un envase de polietileno fabricado para muestras biológicas.

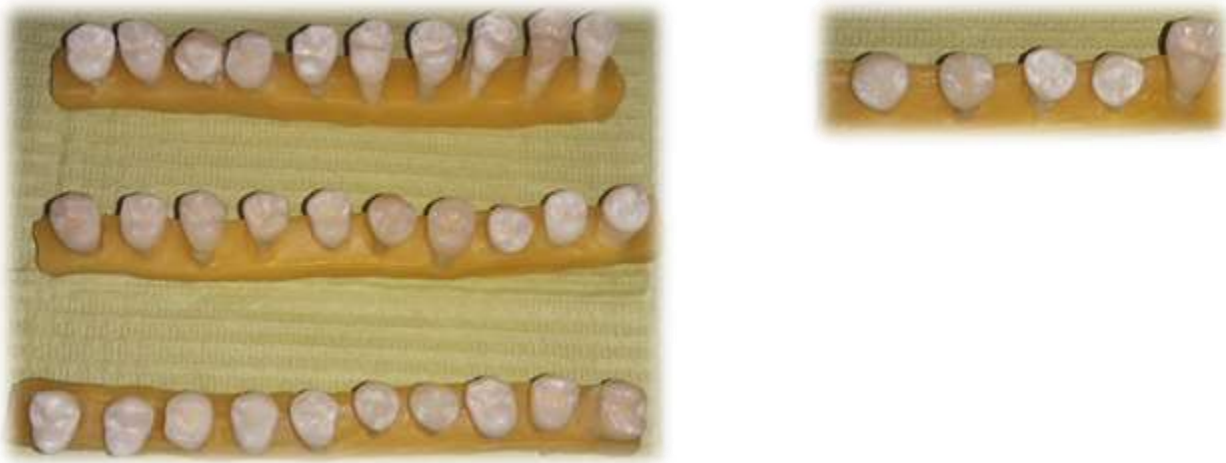


Fotografía 2.

Se realizó profilaxis de las piezas dentarias con pieza de mano de baja velocidad y escobilla profiláctica.



Fotografía 3, las muestras fueron divididas en estos envases con suero fisiológico un día antes del experimento.



Fotografía 4, El día del experimento se colocó las piezas dentarias en de todo los grupo en cera amarilla y luego por cada grupo se trabajó de 5 en 5.

Procedimiento del grupo control.



Fotografía 5 y 6: para esta técnica se utilizó ácido fosfórico (Densply) y sellante FluroShield.



Fotografía 7: se grabó con ácido fosfórico al 37% por 20 segundos, luego se colocó sellante y se fotopolimerizó por 20 segundos.

Procedimiento del grupo Láser + acido



Fotografía 8 y 9: para esta técnica se utilizó el equipo láser Er,Cr:YSGG de 2780 nm (Biolase Waterlase MD Turbo) y lentes de protección (BIOLASE) indicado para este tipo de radiación, además de los materiales comunes como el ácido grabador y el sellante.



Fotografía 10: se uso una pieza de mano Turbo que es parte con punta de fibra MX7.



Fotografía 11 y 12: preconditionamiento con láser Er,Cr:YSGG de 2780 nm, 4 W, 15 Hz, 60 % Aire 50% agua, 40 segundos y a 3 mm de distancia.



Fotografía 13: luego del preacondicionamiento laser se grabó con ácido fosfórico (Densply) por 20 segundos y finalmente se colocó el sellante FluroShield.

Procedimiento del grupo Láser solo



Fotografía 14: para esta técnica se usó el mismo equipo laser y la misma pieza de mano Turbo y punta de fibra MX7.

Se acondicionó con láser Er,Cr:YSGG de 2780 nm, 4 W, 15 Hz, 60 % Aire 50% agua, 40 segundos y a 3 mm de distancia.



Fotografía 15: se usó un adhesivo de quinta generación que con ayuda de un microbrush se colocó en la cara oclusal y se procedió a fotopolimerizar por 20 segundos. Luego se colocó el sellante FluroShield y se terminó polimerizando 20 segundos.

Termociclado de las piezas



Fotografía 16: Este procedimiento se realizó en un laboratorio de pruebas mecánicas. Se utilizó una termocupla de contacto y los 3 grupos de estudio.



Fotografía 17 y 18: Este procedimiento consistió en rotar cada grupo de estudio por 2 contenedores de diferentes temperaturas 5° C y 55°C, este procedimiento se realizó por 500 ciclos por cada muestra.

Tinción con azul de metileno



Fotografía 19: Primero se procedió a proteger las piezas antes de la sumersión. Se cubrió con acrílico rosado los ápices de todas las piezas dentarias.



Fotografía 20 y 21: se usó esmalte de uñas y se cubrió todas las raíces de las piezas dependiendo al grupo que pertenecían.



Fotografía 22: se usó esmalte de uñas y se cubrió todas las raíces de las piezas dependiendo al grupo que pertenecían.

Seccionamiento de piezas

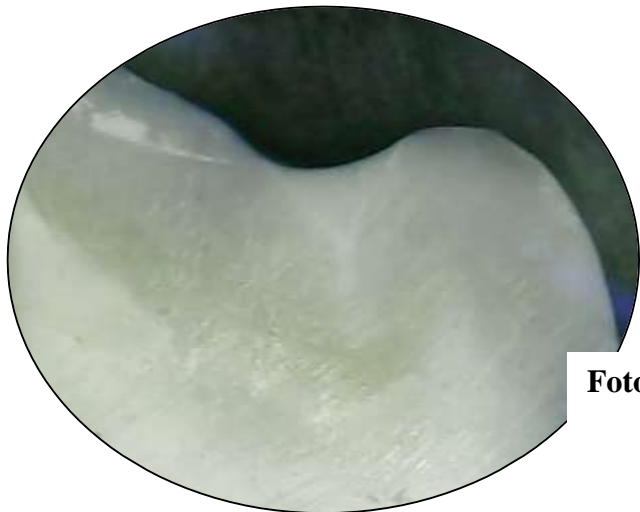


Fotografía 23: Con ayuda de un motor Dremel 3000 y un disco diamantado se procedió a recortar las piezas en sentido medio distal.

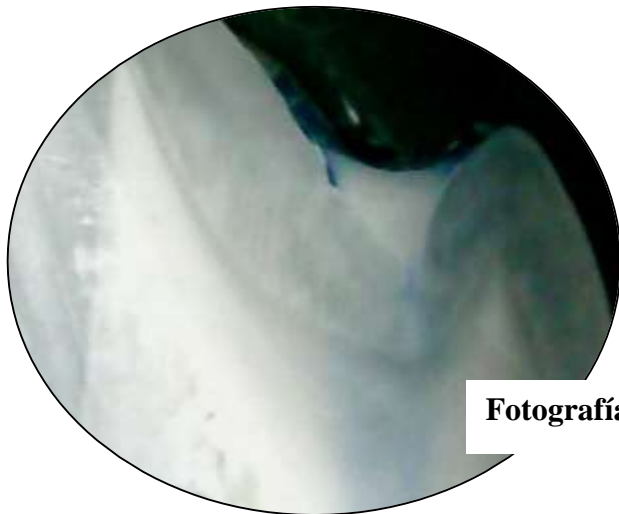
Análisis de microfiltración



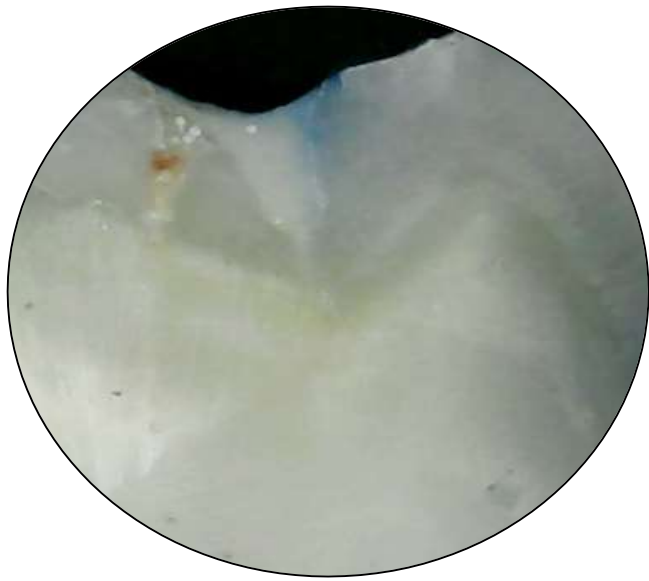
Fotografía 24: Para el análisis se usó un microscopio óptico digital a un aumento de 40X



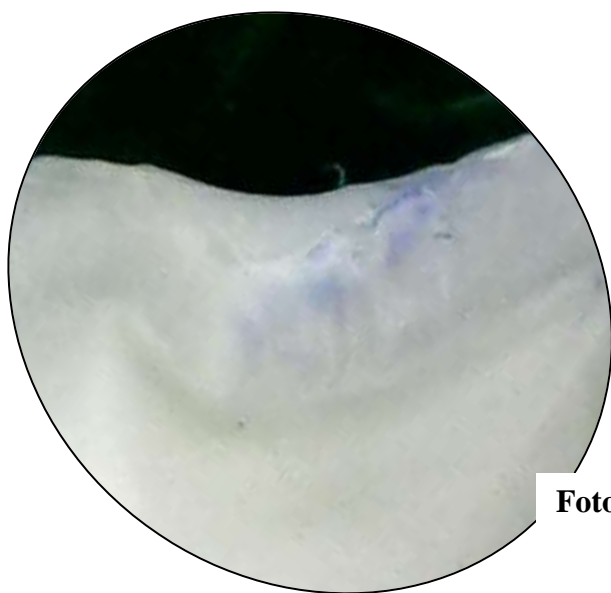
Fotografía 25: Grado de microfiltración 0



Fotografía 26: Grado de microfiltración 1



Fotografía 27: Grado de microfiltración 2



Fotografía 28: Grado de microfiltración 3.

Anexo 8: Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	INSTRUMENTO	DISEÑO	ANALISIS ESTADISTICO
<p>¿Cuál es el efecto del láser Erbio de 2780 nm en la microfiltración de la unión diente – sellante?</p>	<p>Objetivo General Evaluar el uso del láser Erbio de 2780 nm en la microfiltración de la unión diente-sellante.</p> <p>Objetivos específicos - Identificar el grado de microfiltración de la unión diente-sellante en el grupo control, láser Erbio + ácido grabador y laser Erbio solo. - Comparar el grado de microfiltración de la unión diente-sellante entre el grupo los 3 grupos de estudio; grupo control, grupo láser + ácido y grupo láser.</p>	<p>* El uso del láser Erbio de 2780 nm modifica el grado de microfiltración en la unión diente-sellante</p>	<p><i>Variable independiente.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Grupos de estudio: <ul style="list-style-type: none"> - Grupo control. - Grupo láser Erbio + ácido fosfórico. - Grupo láser Erbio solo <p><i>Variables dependientes.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Microfiltración 	<p>- Microscopio óptico digital</p>	<p><i>Experimental:</i> porque las muestras van a ser manipuladas por el investigador.</p> <p><i>Prospectivo:</i> porque los datos son actuales ya que se recogieron a propósito de la investigación.</p> <p><i>Comparativo:</i> se compara los resultados de los diferentes grupos de estudio.</p> <p><i>Transversal:</i> los datos de la investigación son medidos en un solo momento.</p>	<p>Los datos recogidos fueron importados por el programa SPSS. El análisis se dividió en dos fases:</p> <p>Descriptivo: se describió la variable principal por cada grupo en tablas de contingencia y gráficos de barras.</p> <p>Inferencial: Se comparó los 3 grupos realizando la prueba no paramétrica Kruskall Wallis, con un margen de error de 5 % (p<0.05)</p>