



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

EFFECTIVIDAD DE POLIMERIZACIÓN EN LÁMPARAS LED DE SEGUNDA Y TERCERA
GENERACIÓN SOBRE LA MICROFILTRACIÓN MARGINAL DE RESTAURACIONES
CLASE I DE RESINAS BULK-FILL IN VITRO

Línea de investigación:

Biomateriales

Tesis para optar el Título Profesional de Cirujano Dentista

Autora

Armas Cordero, Lorena Esperanza

Asesor

Chávez Díaz, Cesar Humberto

ORCID: 0000-0002-1914-6742

Jurado

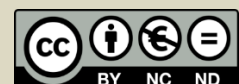
Pérez Vargas, Antonieta Mercedes

Medina y Mendoza, Julia Elbia

Manrique Guzmán, Jorge Adalberto

Lima - Perú

2025



EFFECTIVIDAD DE POLIMERIZACIÓN EN LÁMPARAS LED DE SEGUNDA Y TERCERA GENERACIÓN SOBRE LA MICROFILTRACIÓN MARGINAL DE RESTAURACIONES CLASE I DE RESINAS BULK-FILL IN VITRO

INFORME DE ORIGINALIDAD

18%

INDICE DE SIMILITUD

18%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

7%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet	6%
2	revistahigienistas.com Fuente de Internet	2%
3	Submitted to Universidad Nacional Federico Villarreal Trabajo del estudiante	1%
4	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
5	redi.unjbg.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	repositorio.ug.edu.ec Fuente de Internet	1%
7	core.ac.uk Fuente de Internet	1%

revestomatologia.sld.cu



Universidad Nacional
Federico Villarreal

VRIN | VICERRECTORADO
DE INVESTIGACIÓN

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

EFFECTIVIDAD DE POLIMERIZACIÓN EN LÁMPARAS LED DE SEGUNDA Y
TERCERA GENERACIÓN SOBRE LA MICROFILTRACIÓN MARGINAL DE
RESTAURACIONES CLASE I DE RESINAS BULK-FILL IN VITRO

Línea de investigación:

Biomateriales

Tesis para optar el Título Profesional de Cirujano Dentista

Autora

Armas Cordero, Lorena Esperanza

Asesor

Chávez Diaz, Cesar Humberto

ORCID: 0000-0002-1914-6742

Jurado

Castro Pérez Vargas, Antonieta Mercedes

Medina y Mendoza, Julia Elbia

Manrique Guzmán, Jorge Adalberto

Lima-Perú

2025

Dedicatoria

A mis padres; mi papá que me incentivó y ayudó a seguir mi sueño de estudiar esta linda carrera que quería, dándome su apoyo constante; a mi madre por su apoyo, atención y enseñarme que puedo lograr todo; a mi hermano que es mi orgullo y ejemplo por seguir; a mis sobrinos Facundo y Vasco que los amo y espero ser parte de su ejemplo a seguir; a mi enamorado por enseñarme que en la vida hay que tomar las cosas de manera positiva a todo y seguir adelante. Y a mis abuelitos que son mis ángeles siempre (Consuelo, José, Víctor y Esperanza). Les dedico con mucho amor, este logro, para el orgullo de todos ustedes.

Agradecimiento

Quiero mencionar un agradecimiento especial a mi asesor, el Mg. Esp. CD Cesar Chávez Díaz, por su gran apoyo incondicional en todos los aspectos, por ser mi guía con sus conocimientos y aportes en esta investigación. Gracias por ser una excelente calidad de persona y docente de la Universidad.

A todas las personas que fueron mi apoyo para lograr este objetivo, familia, mejores amigos de la universidad, y personas que aportaron en mi ejecución de este trabajo.

ÍNDICE

RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Descripción y formulación del problema.....	2
1.2. Antecedentes.....	4
1.3. Objetivos.....	7
1.3.1. <i>Objetivo general</i>	7
1.3.2. <i>Objetivos específicos</i>	7
1.4. Justificación.....	8
1.5. Hipótesis.....	9
II. MARCO TEÓRICO	10
2.1. Bases teóricas sobre el tema de investigación.....	10
2.1.1. <i>Polimerización</i>	10
2.1.2. <i>Polimerización en Odontología</i>	10
2.1.3. <i>Unidades de fotopolimerización</i>	11
2.1.4. <i>Consideraciones contemporáneas</i>	12
2.1.5. <i>Generaciones de lámparas LED</i>	13
2.1.6. <i>Factores que afectan la energía total</i>	14
2.1.7. <i>Cavidades de Black</i>	15
2.1.8. <i>Resina Compuesta</i>	16
2.1.9. <i>Composición de las Resinas</i>	18
2.1.10. <i>Resina Bulk Fill</i>	19
2.1.11. <i>Microfiltración Marginal</i>	20

III. MÉTODO	22
3.1. Tipo de investigación.....	22
3.2. Ámbito temporal y espacial.....	22
3.3. Variables.....	22
3.3.1. <i>Variable dependiente</i>	22
3.3.2. <i>Variable independiente</i>	22
3.3.3. <i>Operacionalización de variables</i>	23
3.4. Población y muestra.....	24
3.4.1. <i>Criterios de inclusión</i>	24
3.4.2. <i>Criterios de exclusión</i>	24
3.5. Instrumentos.....	25
3.6. Procedimientos.....	25
3.6.1. <i>Recolección de la muestra</i>	25
3.6.2. <i>Grupos de la muestra</i>	25
3.6.3. <i>Preparación de las piezas dentarias y lámparas LED</i>	26
3.6.4. <i>Preparación de cavidades</i>	26
3.6.5. <i>Restauración de cavidades</i>	27
3.6.6. <i>Proceso de termociclado</i>	27
3.6.7. <i>Proceso de tinción de Nitrato de Plata</i>	28
3.6.8. <i>Corte y lectura de muestras</i>	28
3.7. Análisis de datos.....	29
3.8. Consideraciones éticas.....	29
IV. RESULTADOS	30
V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	41
VI. CONCLUSIONES	43

VII. RECOMENDACIONES	44
VIII. REFERENCIAS	46
IX. ANEXOS	52
9.1. Anexo A: Matriz de consistencia.....	52
9.2. Anexo B: Solicitud de donación de piezas dentarias.....	53
9.3. Anexo C: Reporte de sesión de microscopia.....	55
9.4. Anexo D: Especificaciones técnicas ISO/TS 11405.....	56
9.5. Anexo E: Ficha técnica lámpara LED H.....	60
9.6. Anexo F: Ficha técnica lámpara Elipar DeepCure-L.....	62
9.7. Anexo G: Ficha técnica lámpara Bluephase Style.....	63
9.8. Anexo H: Ficha técnica lámpara Valo Grand.....	64
9.9. Anexo I: Ficha técnica resina Filtek Bulk Fill.....	66
9.10. Anexo J: Ficha técnica adhesivo Single Bond Universal.....	67
9.11. Anexo K: Fichas de recolección de datos.....	68
9.12. Anexo L: Fotografías.....	72

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Descripción de intensidad de longitud de onda de las lámparas LED de segunda y tercera generaciones utilizadas.....	31
Tabla 2. Efecto de las lámparas LED de segunda generación sobre la microfiltración marginal en restauraciones clase I con resina Bulk Filk in vitro.....	32
Tabla 3. Efecto según tipo de lámpara LED de segunda generación sobre la microfiltración marginal en restauraciones clase I con resina Bulk Filk in vitro.....	33
Tabla 4. Efecto de las lámparas LED de tercera generación sobre la microfiltración marginal en restauraciones clase I con resina Bullk Filk in vitro.....	34
Tabla 5. Efecto según tipo de lámpara LED de tercera generación sobre la microfiltración marginal en restauraciones clase I con resina Bullk Filk in vitro.....	36
Tabla 6. Comparación del grado de microfiltración sobre las restauraciones clase I con resina Bulk Filk in vitro fotocuradas con lámparas LED de segunda y tercera generación.....	37

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Efecto de las lámparas LED de segunda generación sobre la microfiltración marginal en restauraciones clase I con resina Bulk Filk in vitro.....	32
Figura 2. Efecto según tipo de lámpara LED de segunda generación sobre la microfiltración marginal en restauraciones clase I con resina Bulk Filk in vitro.....	33
Figura 3. Efecto de las lámparas LED de tercera generación sobre la microfiltración marginal en restauraciones clase I con resina Bulk Filk in vitro.....	35
Figura 4. Efecto según tipo de lámpara LED de tercera generación sobre la microfiltración marginal en restauraciones clase I con resina Bulk Filk in vitro.....	36
Figura 5. Comparación del grado de microfiltración sobre las restauraciones clase I con resina Bulk Filk in vitro fotocuradas con lámparas LED de segunda y tercera generación.....	38

RESUMEN

Objetivo: Evaluar efectividad de polimerización en lámparas led de segunda y tercera generación sobre la microfiltración de restauraciones clase I de resinas Bulk Fill in vitro.

Método: Se recopiló información en una ficha de datos de 40 dientes premolares humanos restaurados con resina Bulk Filk en cavidades clase 1 de Black, fotoactivadas con lámparas LED de segunda y tercera generación, impregnados posteriormente con nitrato de plata y observados por un estereomicroscopio con aumento de 20x para determinar el nivel de filtración marginal. **Resultados:** Al comparar el nivel de microfiltración entre las lámparas LED de segunda y tercera generación, se observa un mayor porcentaje de resinas que presentaron filtración incluyendo piso pulpar en los que recibieron las lámparas de segunda generación siendo el 40%, a diferencia de las resinas que recibieron las lámparas de tercera generación que solo el 5% presentaron penetración incluyendo piso pulpar. Así mismo, se observa que las resinas de las lámparas de tercera generación presentaron mayor porcentaje que no presentaron penetración siendo el 55%, en comparación de los de segunda generación que solo el 15% no presentaron penetración. Al comparar los dos grupos se encontró diferencias estadísticamente significativas, $P < 0.05$ por medio de la prueba de Chi cuadrado y Fisher. **Conclusiones:** Las lámparas LED de tercera generación mostraron más eficacia que las de segunda generación, en un total de 14 dientes, 11 fotoactivadas con lámparas de tercera generación, no mostraron microfiltración.

Palabras clave: resina bulk fill, microfiltración marginal, lámpara led, restauración clase I

ABSTRACT

Objective: To evaluate the effectiveness of polymerization in second and third generation LED lamps on the microleakage of class I restorations of Bulk Fill resins in vitro. **Method:** Information was collected in a datasheet of 40 human premolar teeth restored with Bulk Fill resin in Black's class 1 cavities, photoactivated with second and third generation LED lamps, subsequently impregnated with silver nitrate and observed by a stereomicroscope with 20x magnification to determine the level of marginal filtration. **Results:** When comparing the level of microfiltration between the second and third generation lamps LED, a higher percentage of resins that presented penetration was observed, including the pulp floor in those that received the second-generation lamps, being 40%, unlike the resins that they received the third-generation lamps that only 5% showed penetration including pulp floor. Likewise, it is observed that the resins of the third generation lamps presented a higher percentage that did not present penetration, being 55%, compared to the second generation lamps LED, which only 15% did not present penetration. When comparing the two groups, statistically significant differences were found, $P < 0.05$ by means of the Chi square and Fisher test. **Conclusions:** The third-generation lamps proved to be much more effective than the second generation, since in a total of 14 teeth, 11 photoactivated with third generation lamps, did not show microleakage.

Keywords: bulk fill resin, marginal microleakage, LED lamp, class I restoration

I. INTRODUCCIÓN

La presente investigación está basada en el estudio de las lámparas de fotopolimerización LED, que han ido evolucionando y buscando mejoras para tener un correcto éxito en los diferentes tratamientos restauradores.

Actualmente, existen diversas marcas y generaciones de lámparas LED de fotocurado, los cuales podemos encontrar en consultorios desde una lámpara de fotocurado básica como es el caso de la primera generación de lámparas de onda única. hasta las más actualizadas de múltiples ondas de tercera generación, que nos permiten realizar en corto periodo de tiempo una adecuada fotopolimerización, ayudando también a reducir el tiempo de trabajo, por ello, es importante conocer todo tipo de lámparas de fotocurado en las distintas marcas, que puedan existir, así como los beneficios que nos puedan ofrecer unas sobre otras para así maximizar una correcta práctica dental, debido a que no todas las lámparas de fotopolimerización tienen un mismo espectro de activación y longitud de onda. (Vandewalle, 2014)

Hoy en día, en la práctica dental se busca preservar mucho más la estructura dentaria y se realizan cada vez más restauraciones adhesivas, por lo que son requeridos distintos materiales como composites, cementos resinosos y sistemas adhesivos cuyos componentes se han ido mejorando para aumentar su eficacia, como en el caso de los composites Bulk Fill, que nos proporciona como beneficio el incremento único por más de 2 mm., gracias a sus componentes agregados, y uso de otros fotoiniciadores que lo diferencia de muchos composites, por lo cual estos materiales dependerán también mucho de una correcta densidad de potencia en la fotopolimerización para obtener resultados más duraderos y óptimos, evitando la contracción de ellos, y posibles microfiltraciones que puedan desencadenar, la pérdida total o parcial de la restauración, a lo largo del tiempo o incluso recidiva de caries. Por lo tanto, siempre será imprescindible el correcto uso de una lámpara de fotocurado.

Por este motivo, se requiere realizar esta investigación, debido a que muchos odontólogos suelen tener en sus consultorios más de una lámpara de fotocurado LED y más de un sistema de resinas, cementos y adhesivos, por los cuales se requiere saber cómo obtener una polimerización adecuada y una compatibilidad, según el tipo de lámpara LED y material restaurador compatible para así prevenir una consecuencia como la microfiltración en el sellado de los tratamientos realizados.

1.1. Descripción y formulación del problema

Debido al actual incremento de demanda en la rama de la Odontología Restauradora, existe una necesidad por parte de los profesionales de manejar una lámpara de fotocurado (cuya denominación técnica es: unidad de fotopolimerización (UFP), que emita una suficiente densidad de potencia y que pueda ser usada de manera efectiva para todos los tipos de procedimientos realizados en los consultorios dentales (Mirzaei, 2016).

Un manejo inadecuado de los parámetros óptimos de fotopolimerización puede desencadenar una serie de inconvenientes clínicos que pueden afectar el correcto desempeño de los materiales fotopolimerizables con los que se trabaja. A corto plazo estos problemas pueden manifestarse como sensibilidad post operatoria, microfiltraciones, caries recidivante, y cambios de color en la restauración.

Muchos odontólogos dan por sentado el hecho de que las UFP que utilizan, están fotopolimerizando adecuadamente sus materiales resinosos y puede que esto no sea del todo correcto. Estudios internacionales (El-Mowafy, 2015; Santos, 2017; Hegde, 2019; Al Shaafi, 2020) en los que se evalúa a unidades de fotopolimerización han demostrado un amplio rango en la densidad de potencia emitida y que muchas de estas unidades no entregan una densidad de potencia necesaria para una óptima polimerización de materiales resinosos.

Las unidades de fotopolimerización, que sirven como fuentes de curado para compuestos de resina dentales y agentes adhesivos, están estrechamente asociadas con las

propiedades físicas óptimas y el adecuado rendimiento clínico de las restauraciones dentales. Hay muchos tipos de unidades de fotopolimerización disponibles para ser usadas por los odontólogos, desde las primeras lámparas halógenas de tungsteno de cuarzo (HTC), hasta los actuales diodos emisor de luz (comúnmente conocido como Light Emitting Diode - LED).

Dentro de las lámparas LED, encontramos la primera generación, la cual tuvo un rendimiento inferior al de lámpara de luz halógena (Mills et al., 2002), poseía irradiancia de 100-280 mW/cm² con tiempos de 60 segundos para incrementos de 2 mm de resinas (Pelissier et al., 2011). La segunda generación, posee mayor irradiancia que las lámparas halógenas, de 1000 mW/cm², abriendo paso a la polimerización eficiente (Attar, 2007), en el cual el tiempo de exposición se aminoró, pero fueron fundamentalmente elaboradas para polimerizar la alcanforquinona. En la tercera generación, debido a la incorporación de fotoiniciadores complementarios en los compuestos resinosos, se aumentó su irradiancia en 2200 mW/cm² y con múltiples longitudes de onda, en el caso de Valo Ultradent, elaboraron una lámpara con 3 longitudes de onda logrando irradiancia de 3200 mW/cm². Por lo cual es un factor importante la intensidad de luz emitida de acuerdo con la calidad de la polimerización del material restaurador para lograr buenos resultados.

Hay una serie de factores que afectan directamente sobre la polimerización de los compuestos resinosos foto polimerizables. Una densidad de potencia suficiente, la longitud de onda correcta y un tiempo de fotocurado adecuado son consideraciones importantes para la polimerización máxima de los compuestos de resina (Mallat, 2015). Al no haber una correcta polimerización pueden aparecer diversas consecuencias en relación con la preparación dentaria y material restaurador, una de ellas es la filtración marginal el cual, al no lograr obtener un correcto sellado hermético, por falta de polimerización, puede llegar a la pérdida de la restauración en un corto periodo de tiempo, por lo cual es imprescindible valorar la efectividad de la polimerización según las lámparas obtenidas en el mercado dental.

Por todo lo anterior descrito, se plantea la siguiente pregunta

¿Cuál es la efectividad de polimerización en lámparas led de segunda y tercera generación sobre la microfiltración marginal de restauraciones clase I de resinas Bulk-fill in vitro?

1.2. Antecedentes

Castillo (2022) evaluaron en Perú tres grupos de 15 espécimenes cada uno fotopolimerizado con tres lámparas de fotopolimerización sobre el sellado marginal de restauraciones clase II en un único incremento, con resina Filtek Bulk Film – 3M, SonicFill Kerr, y resina Tetric N-Ceram Bulk Fill – Ivoclar. Fotocurados con lámparas de polimerización LED Bluephase-L, Elipar DeepCure-L y DemiPlus. Cada pieza fue, posteriormente sumergidas en azul de metileno al 1% por 24h y cortados mesiodistalmente. La lectura de microfiltración fue medida del 0 al 4. Se obtuvo como resultado que la resina Filtek Bulkfill, con un 53.3% tuvo la menor microfiltración, y la resina Tetric N-Ceram Bulk Fill con un 76,7% tuvo un porcentaje alto de microfiltración un resultado muy parecido a, Sonicfill (70,0%). Se concluyó que las distintas lámparas de polimerización no influyeron en el nivel de microfiltración entre los tres tipos de resinas en bloque único. Filtek Bulkfill obtuvo el mejor resultado en cuanto al sellado marginal al compararlo con SonicFill y Tetric N-Ceram Bulk Fill.

Del Valle (2021) en Argentina, realizó una revisión sistémica acerca de la contracción y microfiltración que ocurre en resinas bulk fill, ya que estas suelen ser los principales fallos al momento de realizar una restauración directa. Las principales fuentes de recolección fueron Cochrane, PubMed y Scopus, sin restricciones de año de publicación ni lugar de procedencia, con criterios de inclusión donde solo se haya realizado un único incremento de 4 mm. Si bien este estudio tuvo como conclusión que estas resinas, al estar bien fotoactivadas, obtuvieron mejores resultados con respecto al tiempo de trabajo y fotocurado que las resinas convencionales, aún falta más información respecto a estudios de microfiltración y contracción,

puesto que, en los estudios recolectados en esta investigación, se mostró que no había diferencias significativas con respecto a la resina compuesta convencional.

Hernandez (2021) en Perú, evaluó el grado de microfiltración marginal en restauraciones clase II, utilizando técnicas monobloque y convencional en un total de 30 cavidades, dos grupos restaurados con resinas monobloque Filtek™ Bulk Fill y Tetric® N-Ceram Bulk Fill de 4 mm. Y el otro grupo con resina Filtek™ Z350XT mediante dos capas de 2mm técnica convencional, fotocurado con lámpara Bluephase, y sumergidas posteriormente con nitrato de plata, dando como resultado, microfiltración en los 3 tipos de resina. Concluyendo que la microfiltración de resinas es parecida en ambas técnicas aplicadas.

Gutiérrez (2020) en Perú, compararon la profundidad de polimerización en bloques de resina de 4mm diámetro x10mm altura fotocuradas con dos lámparas LED, (polywave y monowave), usando bulk fill Filtek One Bulk Fill Restorative 3M, Tetric N-Ceram Bulk (TNC) Fill de Ivoclar y Opus Bulk Fill APS de FGM, usando lámparas LED's Bluephase N en polywave y LED D de Woodpecker Monowave y analizadas según ISO 4049, se analizaron los resultados y se obtuvo que las lámparas LED D produjo mejor fotopolimerización en todas las resinas compuestas bulk fill ($p < 0,05$). Se concluye que, las lámparas LED monowave obtuvieron una mayor polimerización que las lámparas polywave, diferentemente de las resinas bulk fill utilizadas.

Rojas (2021) en Perú, comparó dos sistemas de resinas para evaluar su microfiltración in vitro, uno de relleno masivo o también llamado bulk fill a través de la técnica mono incremental de 4 mm; y una resina nanohibrida, por medio de estratificación de 2 mm, ambas de la marca Tetric N Ceram. Utilizo una muestra de 40 molares deciduos extraídos por motivos de ortodoncia, y después de restauradas, fueron llevadas al proceso de termociclaje manual para simular envejecimiento en las restauraciones, luego fueron impregnadas con azul de metileno al 0.5% durante veinticuatro horas a una temperatura de 37°C. Se obtuvo como

resultado que ambas resinas presentaba similar filtración, por lo que se recomendaba incluir el uso de distintas fuentes de polimerización para compararla, y que, debido a la rápida manipulación y estratificación, la resina bulk fill resultaba ser la mejor opción.

Ricardi (2019) evaluaron en Brasil, la fuerza de unión y microfiltración marginal en 80 restauraciones de resina compuesta de terceras molares usando el sistema adhesivo Single Bond Universal, divididas en 40 para grupos, un grupo de lámpara de luz halógena Ultralux y el otro LED Bluephase, colocando el sistema adhesivo Single Bond Universal, realizando el grabado y enjuague en esmalte y dentina y autograbado. Se realizó a las muestras la prueba de microtracción y se observó con un microscopio óptico con un aumento de 40X para evaluar las fisuras. En la prueba de microfiltración marginal se elaboraron 120 cavidades clase II en 60 terceros molares dividiéndose 30 para grupo halógena y 30 grupo LED, y se subdividieron para la aplicación del sistema adhesivo, grabado y aclarado, grabado selectivo y autograbado. Los dientes fueron sometidos a termociclados 2000 veces, y sumergidos en fucsina, para luego ser cortados, se obtuvo como resultado que las muestras de grabado previo obtuvieron mejor resultado que las muestras con autograbado sin importar el tipo de fuente fotopolimerización. Como resultado, el uso de lámparas LED parece obtener mejores resultados y ahorra tiempo clínico, considerando que la mitad del tiempo de fotoactivación proporcionó resultados similares a la luz halógena, concluyendo que, el dispositivo LED mostró una microfiltración similar a la lámpara halógena.

Rode (2017) analizaron la influencia de la distancia de fotocurado según la ubicación de la punta de la UFP y la dureza de las resinas. Se utilizó una unidad de luz halógena (500mW/cm²) por 40s, LED (900 mW/cm²) por 20s y laser de argón (250mW/cm²) por 30s. Las distancias de la punta de la unidad fueron a 0, 3, 6, 9 mm sobre incrementos de resina de 1 y 4 mm. Se encontró que mayores distancias de punta produjeron una disminución de los valores de micro dureza y grado de conversión. Se pudo concluir que las unidades de

fotopolimerización actuales promueven un grado similar de conversión y micro dureza y conversión siempre que la resina no sea más gruesa que 1mm y la fuente de luz este a una distancia máxima de 3mm de la superficie de la resina.

Michaud (2014) registraron la densidad de potencia y longitud de onda emitida por diferentes UFP. Se utilizó un espectrofotómetro para medir la densidad de potencia en cuatro unidades de fotopolimerización: Una unidad de arco de plasma, una unidad LED azul y dos unidades de LED multi onda; midiéndose también la emisión espectral registrada en varias regiones de la fibra. Se encontró que la potencia no fue homogénea en las 4 unidades de fotopolimerización, sobre todo en las unidades multi onda. Se pudo concluir que informar un solo valor de densidad de potencia emitida por una unidad de foto curado puede ser un dato impreciso e inapropiado; ocasionando que esa falta de uniformidad en el haz de luz pueda ocasionar una polimerización inadecuada.

1.3. Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Evaluar la efectividad de polimerización en lámparas led de segunda y tercera generación sobre la microfiltración de restauraciones clase I de composites Bulk Fill in vitro.

1.3.2 Objetivos específicos

- Indicar la intensidad de longitud de onda que emiten las lámparas LED de segunda y tercera generación.
- Determinar el efecto de las lámparas LED de segunda generación sobre la microfiltración marginal en restauraciones clase I con resina Bulk Filk in vitro.
- Determinar el efecto de las lámparas LED de tercera segunda generación sobre la microfiltración marginal en restauraciones clase I con resina Bullk Filk in vitro.

1.4. Justificación

Actualmente el campo de la Odontología ha evolucionado notablemente. El antiguo enfoque donde se mutilaba tejido dentario sano con el fin de generar retención a las restauraciones ha cambiado por un enfoque aditivo con nuevos materiales restauradores adhesivos los cuales con el pasar del tiempo han ido mejorando en su composición para una mayor durabilidad, e incluso más biocompatible, según sus propiedades. Por ello es necesario en los protocolos restaurativos, una correcta fotopolimerización de ellos para optimizar sus propiedades de manera adecuada y así obtener éxito en el tratamiento dental.

El manejo correcto de una unidad de fotopolimerización es considerado un factor determinante en el éxito de nuestros tratamientos; ya que el manejo adecuado de esta determinará el correcto desempeño de los tratamientos a lo largo del tiempo.

En el aspecto tecnológico ,la presente tesis nos mostró la comparación de las lámparas LED de segunda y tercera generación, ya que la segunda generación de lámparas LED es la más usadas y requeridas por los odontólogos en sus consultorios, pero no todos saben que beneficios traen actualmente las lámparas LED de tercera generación, por lo cual escoger correctamente la fuente de luz y el material restaurador compatible para optimizar sus beneficios, nos traerá un buen desempeño para que un tratamiento restaurador pueda ser considerado exitoso y duradero.

En el aspecto clínico, con el presente estudio se intentó contribuir al beneficio; primeramente, al odontólogo, ayudándolo a optimizar su protocolo de fotopolimerización desde la elección correcta de una unidad de fotopolimerización hasta el manejo adecuado de esta; ya que no todas las lámparas tienen una misma intensidad y así confirmar si todas logran llegar a polimerizar los materiales resinosos que actualmente han incorporado nuevos fotoiniciadores permitiendo una fotoactivación a más profundidad, como es el caso de las

resinas Bulk fill, cuyas resinas son ideales para restauraciones en dientes posteriores y con incrementos mayor a 2mm simplificando mucho más el tiempo de trabajo.

En el aspecto social, esta investigación aporta el beneficio para el paciente quien tendrá que ser sometido menor cantidad de veces a un cambio en sus restauraciones debido a que estas podrán ser más longevas.

En el aspecto teórico, la presente investigación nos muestra que es muy importante realizar este tipo de estudios, ya que se logrará obtener la información necesaria de como optimizar el uso de las lámparas LED en la polimerización de resina Bulk Fill, y poder confirmar si estas resinas con una correcta fuente de luz de fotocurado puede presentar una mejor calidad de sellado, evitando la microfiltración, controlando bien la contracción de ellas y así puedan mejorar notablemente el desempeño clínico de los materiales involucrados. Al lograr que se entienda la importancia de un manejo aditivo ideal, se le podría ofrecer a las pacientes alternativas adhesivas mínimamente invasivas, y duraderas.

1.5. Hipótesis

La efectividad de polimerización en lámparas LED de tercera generación, es mejor que las de segunda generación sobre la microfiltración marginal de restauraciones clase I de resinas Bulk fill in vitro.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Bases teóricas sobre el tema de investigación

2.1.1. Polimerización

En la actualidad existe un aumento en la demanda de compuestos poliméricos utilizados para lograr satisfacer una gran parte de las necesidades del hombre. Dichos materiales están compuestos por un monómero y un agente activador (luz, calor, entre otros) que desencadenara una reacción de polimerización; logrando que dichos monómeros formen cadenas poliméricas. Al porcentaje de monómeros que han logrado convertirse en polímeros se le conoce como “grado de conversión monomérica” (Gajewski, 2019)

Este tipo de materiales pueden ser utilizados en diferentes tipos de dispositivos eléctricos y en diferentes ámbitos de equipos del ámbito de salud. Su amplia cartera de usos se debe a que estos presentan propiedades mecánicas, térmicas y químicas extraordinarias; proyectando un aumento en uso de 8%. Una adecuada relación entre la composición química, estructura y grado de conversión monomérica permitirán que los materiales desarrollados en base a polímeros puedan expresar al máximo sus propiedades físicas y mantener una larga duración a través del paso del tiempo (Coreño, 2020).

2.1.2. Polimerización en Odontología

Actualmente existen muy pocos procedimientos odontológicos que no requieran el uso de una unidad de fotopolimerización para polimerizar algún material. Estos procesos por más simples que puedan parecer, manejados de la manera equivocada pueden conllevar a la corta duración o incluso a un fracaso prematuro de diversos tratamientos.

Alrededor de 1940 se utilizaban materiales de auto curado en base a un polvo y líquido que debía de ser mezclado; o a dos pastas que luego de algunos segundos alcanzaba cierto grado de endurecimiento. Las desventajas de este tipo de materiales principalmente era el muy

reducido tiempo de trabajo que se tenía además de no poseer una adecuada estabilidad de color con el pasar del tiempo (Claus, 2018).

2.1.3. Unidades de fotopolimerización

Como muchos avances en el área odontológica, se tomó una tecnología ya existente y se buscó la manera de que pueda ser adaptada al uso clínico odontológico.

Las primeras unidades de fotopolimerización fueron diseñadas para emitir una luz UV alrededor del año 1970. Este fue un avance revolucionario, ya que permitía que los materiales alcanzaran su polimerización cuando el odontólogo lo deseara y no como se realizaba anteriormente que la polimerización comenzaba en el momento que las pastas eran mezcladas (Claus, 2018).

A pesar de que muchas restauraciones se catalogaban como exitosas, el uso de estas lámparas se dejó de utilizar, por los posibles daños de una luz de corta longitud de onda podría ocasionar en la mucosa del paciente y ojos del operador.

Años después se comenzó a usar luz visible para realizar procedimientos restauradores. Se empezó con unas unidades de “Laser de argón” luego pasando por “Arco de plasma”; pero fueron las unidades de Luz Halógena de Tungsteno las que cobraron mayor importancia por su practicidad y costo en comparación con las unidades anteriormente mencionadas. Estas unidades contienen una bombilla con un gas Halógeno a base de cloro con un filamento de Tungsteno. Al calentarse este fragmento se vaporizan átomos de su superficie emitiendo un amplio espectro de energía radiante; al apagarse la unidad, esta se enfría depositándose el gas en los átomos de tungsteno vaporizados nuevamente a la superficie del filamento. La energía emitida era filtrada a través de una fibra, entregando un espectro de luz azul. Se estima que, en estas unidades, el 70% de la energía eléctrica emitida se transforma en calor y que solo el 10% se convierte en luz visible; donde del 0.5% al 2% llega a ser luz azul (Blanco, 2013).

La siguiente innovación en los procesos de fotopolimerización dental llegó alrededor de los años 90 desarrollada por Nakamura, cuando se reportó que la luz azul emitida por las unidades LED lograba alcanzar al perfil de absorción de los fotoiniciadores utilizados en ese entonces. (Rueggeberg, 2017).

2.1.4. Consideraciones contemporáneas

La aparición de la tecnología LED revoluciono el mercado al ser una alternativa de iluminación muy efectiva y que se puede obtener a bajo costo. La ventaja de los nuevos equipos con tecnología LED era que estos son más eficientes que otros modelos livianos y que pueden funcionar en base a una batería lo que permite que estos equipos puedan ser de fácil transporte (Cadenaro, 2019).

Se comenzó a desarrollar equipos capaces de emitir una longitud de onda que abarcara el espectro de luz azul, específico para la canforoquinona.

Al inicio de los años 2000 apareció la primera generación de LED en el mercado mundial; que empezó siendo una alternativa practica al requerir menor tiempo de exposición que las unidades HTC; sin embargo, estas no otorgaban una capacidad de curado superior en comparación a las lámparas halógenas. (Pfeifer, 2019).

Con el avance de la tecnología LED, fue posible mejorar la capacidad de entrega de luz de estos dispositivos, permitiendo un aumento en la entrega total de luz emitida por estos equipos. Estos son considerados los LED de segunda generación; y son los que comúnmente encontramos disponible con mayor facilidad en el mercado y en la mayoría de consultorios odontológicos (Mirzaei, 2016).

Esta nueva generación poseía una mejora significativa en la duración de la batería, además de tener la capacidad de entregar una mayor potencia de salida; sin embargo, esta luz aún se distribuía en el mismo espectro de longitud de onda que los dispositivos de primera

generación. Esta era una desventaja ya que no era capaz de fotocurar materiales restauradores que utilizaran una longitud de onda menor (Cadenaro et al., 2019).

Con la necesidad de manejar equipos que tuvieran la capacidad de foto polimerizar a un fotoiniciador distinto a la canforoquinona (que venía siendo activada por una luz de espectro azul), se comenzó a desarrollar unidades LED con chips que emitieran más de una longitud de onda. La primera empresa en desarrollar un equipo de este tipo fue la empresa Ultradent rodeada por 4 violetas de baja potencia. La habilidad de generar múltiples longitudes de onda de una sola unidad LED conllevó a lo que se conoce como “LED de tercera generación”. Las unidades de esta generación tienen la capacidad de producir una suficiente densidad de potencia a una longitud de onda apropiada, siendo capaces de polimerizar cualquier tipo de material restaurador (Rueggeberg, 2011).

2.1.5. Generaciones de lámparas LED

Según Mallat (2017) la primera generación de lámpara LED, poseía un chip el cual obtenía de 30-60 mW, pero en tiempo de exposición no lograba ser más rápida que una lámpara de luz halógena, además de tener una batería con poca duración.

La segunda generación de lámpara LED, mostró mejoría en su producción de energía, se elaboraron nuevos chips de 1W (140mW) de salida en luces de fotocurado. Posteriormente se utilizó un chip que emitía 5W (600mW) de salida con una longitud de onda más especial para odontología denominado los LED azul, pero a pesar de ello, la longitud de onda era muy similar a la de primera generación, pero en cuestiones de batería hubo una notable mejoría, mostró mejoras en cuanto a producción de energía, pero el problema de estos LED de segunda generación fue que aún tenía limitaciones en términos de longitud de onda y la capacidad de polimerizar materiales con iniciadores de longitud de onda corta de algunos composites, que contienen por ejemplo ivocerina, lucerina TPO, fenilpropandiona.

La tercera generación de lámparas led, tuvo la diferencia principal de polimerizar composites cuyos componentes con fotoiniciadores eran distintos a la canforoquinona, fabricaron sets de chips que contienen más de una onda, por lo cual es apto para poder fotopolimerizar sin ningún problema cualquier material sin importar el fotoiniciador que lleve.

2.1.6. Factores que afectan la energía total

Se sabe que la energía total (densidad de potencia multiplicado por el tiempo de exposición) influye en el nivel de conversión, profundidad de curado y las características mecánicas de la resina compuesta y diversos materiales que requieran un proceso de fotopolimerización para su curado (Pfeifer, 2017).

Un estudio de Peutzfeldt (2015) concluyó que al entregar una energía total de 16J/cm² a la resina compuesta, esta alcanzaba un mayor grado de conversión monomérica; lo que permitía que la resina optimizara sus propiedades mecánicas. Por ello, un valor de 16J/cm² es el que puede determinar que una restauración en resina compuesta pueda estar correctamente polimerizada o no.

Teniendo presente la siguiente formula podremos determinar si una resina compuesta ha alcanzado un óptimo grado de conversión monomérica.

$$\text{Energía Total} = \text{Densidad de potencia} \times \text{Tiempo de Exposición}$$

$$\text{Energía Total} = 16\text{J/cm}^2$$

Teniendo presente que el tiempo de exposición es un valor que el operador puede controlar, debemos tener en cuenta que, de un adecuado manejo y control del estado de la UFP, determinara la obtención de la energía total deseada. Los factores que pueden alterar la densidad de potencia emitida, y por ende la energía total entregada, son:

Estado de la fibra: La adecuada transmisión de luz dependerá de las óptimas condiciones en la que se encuentre la fibra o el lente de la UFP.

Protección de la fibra: El uso de barreras de bioseguridad en la UFP, pueden disminuir la potencia emitida (Sword, 2016).

Distancia de exposición: Longitud desde la punta de la fibra hacia la resina a polimerizar, también influirá en la cantidad de densidad de potencia que pueda llegar a este (Beolchi, 2015).

Entrenamiento del operador: La habilidad del operador influirá en como la luz de la UFP pueda llegar de manera estable y constante al material a polimerizar.

El control de los factores antes mencionados, son los que influirán en cuanto densidad de potencia es emitida por la UFP (AlShaafi, 2017).

2.1.7. Cavidades de Black

Black, propuso una clasificación de cavidades dentarias lo cual se basan en el grado de afectación del tejido dentario, la pieza dentaria afectada y la evolución de la lesión cariosa. Estas son:

2.1.7.1. Cavidades de tipo clase I. Cavity preparada en la superficie oclusal de premolares y molares que se subdividen en:

Cavidades que no comprometen las cúspides dentarias

Cavidades que comprometen parcialmente las cúspides dentarias.

2.1.7.2. Cavidades de tipo clase II. Cavity preparada en las superficies proximales de las piezas dentarias premolares y molares que se subdividen en:

Cavidades que no comprometen las crestas marginales por ejemplo las cavidades vestibulolingual.

Cavidades que comprometen la cresta marginal por ejemplo cavidades compuestas o complejas.

2.1.7.3. Cavidades de tipo clase III. Cavity preparada en la superficie proximal de las piezas dentarias anteriores sin eliminación del ángulo incisal.

2.1.7.4. Cavidades de tipo clase IV. Cavidad preparada en la superficie proximal de las piezas dentarias anteriores con eliminación del ángulo incisal.

2.1.7.5. Cavidades de tipo clase V. Cavidades preparadas en las superficies vestibular o lingual de todas las dentarias. (Nocchi, 2008)

2.1.8. Resinas Compuestas

La resina compuesta, desde su invención y desarrollo a principios de los años sesenta por Bowen hasta estos tiempos actuales, se ha convertido en parte de la vida cotidiana del dentista, siendo utilizada tanto en restauración posteriores como en anteriores, reemplazando a materiales como la amalgama dental, debido a sus ventajas como la adhesión sin retención mecánica, similitud en colores y óptimas propiedades físicas y mecánicas; siendo también que los pacientes se sienten atraídas a esta gracias a la estética que presentan. (Alonso, 2013)

Después de 30 años, la resina dental sigue siendo el material de primera elección en la odontología Restauradora y Conservadora, pues su principal objetivo, es devolver a la pieza destruida, ya sea por caries dental, trauma oclusal, desgaste, etc.; su anatomía y función por técnicas incrementales ayudados de la adhesión sin desgastar tejido sano.

Para lo cual presenta distintas propiedades físicas y químicas, según Alkhudhairy (2017), las físicas serían las siguientes:

Resistencia al desgaste; el cual depende del tamaño de las partículas de relleno, a mayor tamaño de la partícula, menor cantidad de partículas, lo que da como resultado mayor dureza de las partículas y una menor abrasividad en las resinas. Una baja resistencia al desgaste no genera efectos inmediatos, pero generara una pérdida progresiva de la restauración a través del tiempo, disminuyendo su durabilidad. (Alonso, 2013)

Textura superficial; el cual está relacionado con el tamaño y organización de partículas de relleno, y a la técnica de acabado y pulido que se apliquen sobre esta; una resina rugosa favorece la acumulación de pigmentos y biofilm, y puede ser irritante para las zonas cercanas

al tejido gingival. Las resinas compuestas de nanorelleno proporcionan un alto brillo superficial (Rodríguez, 2018)

Coefficiente de expansión térmica; es la rapidez de cambio dimensional por unidad de cambio de temperatura, las resinas compuestas tienen un coeficiente de expansión térmica unas tres veces mayor que la estructura dental, esto permite que las restauraciones puedan estar sometidas a temperaturas que van desde los 0° C hasta los 60° C.

Resistencia a la fractura; las resinas compuestas presentan diferentes resistencias debido a su relleno, a mayor viscosidad, mayor resistencia a la fractura, debido a que absorben y distribuyen las fuerzas masticatorias. (Gritsch, 2018)

Módulo de elasticidad; relacionada a la dureza de los materiales, a mayor módulo de elasticidad, mayor rigidez del material. En las resinas esta propiedad es directamente proporcional al tamaño y porcentaje de partículas de relleno.

Estabilidad de color; la cual pueden verse afectada por diferentes pigmentaciones externas como comidas o bebidas, esta propiedad está relacionada con la textura superficial, es importante destacar que las resinas compuestas fotopolimerizables son mucho más estables al cambio de color que aquellas químicamente activadas.

Radiopacidad; el cual permite identificar en los exámenes complementarios como las radiografías, la presencia de caries recidivantes o defectos en la obturación. Las resinas llevan en su composición elementos que la vuelven radiopaca como son el bario, el estroncio, el zirconio, etc. Los cuales también aportaran otras propiedades.

Contracción de polimerización; esta propiedad es el mayor inconveniente de estos materiales de restauración. Las moléculas de la matriz de la resina se encuentran separadas antes de la polimerización por una distancia promedio de 4 nm, al polimerizar y establecer uniones covalentes entre sí esa distancia se reduce a 1.5 nm. Ese acercamiento provoca la reducción volumétrica del material. Existe una regla general que nos facilita la comprensión y

aplicación clínica de este problema, cuanto menor sea la viscosidad del material, mayor será la contracción. Con la finalidad de minimizar los efectos de la contracción, se ha sugerido que la aplicación de resina en la cavidad se lleve a cabo en pequeños incrementos con un espesor máximo de 2 mm. (Restepro, 2014)

Stress de la polimerización; esta propiedad está relacionada con la anterior, ya que la causa principal del fracaso de las restauraciones con composite es la caries secundaria y esta está relacionada con la contracción que sufre el composite durante el proceso de fotopolimerización. La tensión generada durante el proceso de polimerización afecta la zona de interfase diente y el material restaurador, siendo capaz de provocar fallos en la unión.

2.1.9. Composición de las resinas

Las resinas compuestas están constituidas principalmente por tres materiales químicamente diferentes; la matriz orgánica, la matriz inorgánica o material de relleno y el agente de unión, que une a ambas matrices. (Gutiérrez, 2020)

La matriz orgánica de las resinas compuestas se compone básicamente de sistemas de monómeros mono, bi o trifuncionales, como el Bis-GMA, que sigue siendo el monómero más utilizado en la fabricación de compuestos, ya sea solo o en combinación con uretano. éster de dimetacrilato e integra componentes estándar de resina compuesta; el sistema iniciador de polimerización por radicales libres en la resina compuesta de fotopolimerización es la canforoquinona, un compuesto que actúa sobre el iniciador y permite la polimerización en un rango clínicamente aceptable en sistemas aceleradores; sistemas estabilizadores o inhibidores tales como éter monometílico de hidroquinona para maximizar la vida útil del producto antes de la polimerización y la estabilidad química después de la polimerización; y por último absorbentes de UV por debajo de 350 nm. (Holder, 1997).

Entre los fotoactivadores de la resina compuesta, tenemos a cuatro compuestos; la canforoquinona, que se activa principalmente por la luz en longitudes de onda entre 450 y 490

nanómetros y puede utilizarse en combinación con otros fotoiniciadores para aumentar su efecto. El segundo es fenilpropandiona; cuya absorción va de los 370 a los 420 nanómetros. El tercero es la lucerina TPO, que debido a su color claro se usan en algunos adhesivos dentales, llegando a una absorción de 350 a 430 nanómetros. Y por último tenemos a la Ivocerina, la cual es utilizada en la resina tipo Bulk, llegando de 400 a 460 respecto a su absorción de luz. (Mallat, 2018)

En cambio, la matriz inorgánica está conformada por partículas de relleno, las cuales brindan distintas propiedades a las resinas. Los modernos sistemas de resina tienen rellenos como cuarzo, sílice coloidal y vidrio de sílice con contenido de bario, estroncio y circonio. Los rellenos inorgánicos aumentan la fuerza y el módulo de elasticidad; y reducen la contracción de polimerización (Manhart, 2000)

Y, por último, el agente de unión, el cual permite una unión covalente entre ambos rellenos, el cual es el silano.

2.1.10. Resina bulk fill

La evolución de la resina compuesta a través de los años ha dado como resultado el uso de nuevos compuestos y aumento de cantidades respecto a la composición, para así mejorar sus propiedades físicas y químicas, como es el caso de la resina tipo Bulk fill, cuyo material es usado para el sector posterior tanto en dientes deciduos como permanentes. Con la cual se permite hacer incrementos de hasta 4mm o colocar un solo incremento como bloque único, acortando el tiempo clínico del odontólogo. (Del Valle, 2018)

Su composición química no se diferencia mucho de las resinas compuestas, ya que usan los mismos monómeros como el BIS – GMA, UDMA, TEGMA, etc.; no obstante, si hay cambios en los fotoiniciadores en esta resina, como lo son el uso de Ivocerina en vez de la canforoquinona, el cual ha permitido mejorar la translucidez, permitiendo que la luz tenga una mayor penetración en la profundidad de curado. Esto ha ocasionado, que al tener un distinto

fotoinicador, se halla tenido que modificar las lámparas LED. También se ha indicado que debido a la cantidad de relleno que poseen estas resinas, son más susceptibles al cambio de color a comparación de la resina compuesta normal. (Kim, 2015)

Estas resinas Bulk también poseen una menor contracción al ser polimerizadas a diferencia de las resinas compuestas híbridas y fluidas, logrando un buen resultado con mejoras en su integridad marginal. (Vandewalle, 2014)

2.1.11. Microfiltración Marginal

Según Ehrmantraut (2011) la filtración marginal consiste en el traspaso de bacterias, fluidos, microorganismos y o iones a través de una brecha entre la pared cavitaria que se prepara y el material restaurador que se coloca en aquella preparación. Se produce este efecto mayormente en los materiales estéticos que se utiliza hoy en día como lo es las resinas compuestas.

Entre los efectos principales que ocasiona son tinción de los márgenes restaurados, degradación marginal, pérdida temprana de la restauración debido a caries recurrentes, sensibilidad posoperatoria y desarrollo de patologías pulpares. (Barrancos, 1999)

Este efecto se origina muchas veces por la contracción de la polimerización, falta de adhesión u otros factores, en muchos casos no se logra un sellado hermético en la cavidad preparada utilizando materiales de restauración como es el caso de las resinas compuestas.

La característica de todo material restaurador es el sellado total de la cavidad dentaria evitando filtraciones de microorganismos y toxinas que produzcan daño en la dentina y pulpa dentaria, si es que no son utilizadas de manera correcta, se producirá el paso de bacterias a través de la interfaz diente – restauración. (Roberson, 1996)

En la actualidad, usamos materiales resinosos mediante la técnica incremental oblicua con incrementos de 2mm., para reducir el grado de microfiltración, pero también nos puede ocasionar formación de espacios de aire, lo cual puede traer consecuencias como deterioro de

la restauración por falta de unión entre la cavidad formada y el material restaurador, por lo cual un nuevo material de resina bulk fill, innovó con su técnica de una sola colocación en bloque, mejorando su desarrollo en la foto activación y evitando la contracción a la polimerización. (Terán et al., 2022).

Teniendo en cuenta estos materiales, según estudios experimentales en un tiempo de 12, 24, 36 meses, al comparar ambas técnicas de colocación de resina y tipo de resinas compuestas y bulk se obtuvo que la resina bulk fill obtuvo un resultado favorable en la adaptación marginal y buen desempeño al ser comparadas, pero, no obstante, no es el único factor el cual puede desencadenar microfiltración, sino también evaluar factores tales como, profundidad de polimerización, adhesión, tensión de la restauración entre otros. (Balkaya et al., 2020).

Es importante mencionar que, para valorar la microfiltración o disminuirla, es también importante mostrar el tiempo de uso y radiación de la lámpara de fotopolimerización, aparte de la técnica de restauración utilizada para garantizar los resultados. (Hung et al., 2017).

III. MÉTODO

3.1. Tipo de investigación

Se realizó un estudio, experimental, comparativo, transversal y prospectivo.

3.2. Ámbito temporal y espacial

La ejecución experimental y estudios de las pruebas se realizó realizado en el Laboratorio de Equipamiento Especializado de la Facultad de Biología de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos y Laboratorio de Operatoria dental de la Universidad Nacional Federico Villarreal, Lima. Perú del año 2024.

3.3. Variables

3.3.1. Variable dependiente

Microfiltración marginal.

3.3.2. Variable independiente

Generaciones de lámparas LED.

3.3.3. Operacionalización de variables

Variable	Definición	Dimensión	Indicador	Escala	Valor
Lámparas LED de fotocurado	Instrumento dental que emite luz de alta intensidad para polimerizar materiales restauradores y adhesivos.	Intensidad de curado en interfase diente-resina	Radiómetro	De razón	1200 -3500 Mw/cm2
Microfiltración marginal	Hermetismo efectuado en el borde entre la pared cavitaria que se prepara y el material restaurador	Nivel de penetración de nitrato de plata entre resina-diente	Lectura de microfiltración del sellado periférico por estereomicroscopio.	Ordinal	Medición según ISO/TS 11405:2015 0 = no existe penetración 1 = existe penetración a nivel de esmalte 2= existe penetración a nivel de dentina, sin incluir el piso pulpar de la cavidad 3= existe penetración, incluyendo el piso pulpar de la cavidad

3.4. Población y muestra

Población: 40 dientes premolares de humanos.

Para la determinación de la muestra se empleó la siguiente fórmula, con datos previos de Gutierrez (2009):

$$N = \frac{P(1-p)Z^2}{e^2}$$

N = Tamaño de muestra

Z = Nivel de confianza al 98% es 2.326

e = Error de estimación se admito un margen de (e = 12%)

p = Probabilidad esperada (en este caso 12% = 0,12)

$$N = \frac{0.12(1 - 0.12)2.326^2}{0.12^2}$$

N= 39.67

N= 40

Se requerirá a menos de 40 muestras in vitro para tener una seguridad al 98%, del cual se subdividirá en 4 grupos de 10 muestras respectivamente.

3.4.1. Criterios de Selección

Dientes premolares extraídos por motivo de ortodoncia.

Dientes premolares íntegros sin ninguna cavidad.

Dientes premolares que no presenten fracturas o traumatismos.

Lámparas LED de segunda y tercera generación en estado óptimo.

3.4.2. Criterios de exclusión

Dientes premolares con obturaciones de resina o amalgama previa.

Dientes premolares fracturados post-exodoncia.

Dientes premolares extraídos con una antigüedad mayor a 3 meses.

Lámparas de fotocurado LED que no sean de segunda y tercera generación.

Lámparas de fotocurado LED en mal estado.

3.5. Instrumentos

Se utilizó como instrumento una ficha de recolección de datos de la irradiancia de las lámparas de segunda generación (Woodpecker LED H, Elipar DeepCure-L de 3M) y lámparas de tercera generación (Valo de Ultradent y Bluephase Style M8 de Ivoclar Vivadent). (Anexo 2) y una ficha de recolección de datos para los valores recogidos observados de los cortes dentales al observar la microfiltración de nitrato de plata, leídos por medio de estereomicroscopio de aumento 20 X, Leica EZ4, según norma internacional PS ISO/TS 11405:2015. (Anexo3).

3.6. Procedimientos

Primero se presentó el proyecto del estudio a la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional Federico Villarreal para su respectiva revisión y aprobación antes de iniciar el desarrollo del proyecto.

Luego de aprobado el desarrollo del proyecto se solicitó el permiso para ejecución del experimento en el laboratorio de operatoria de la Universidad Nacional Federico Villarreal y laboratorio de Biología de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

3.6.1. Recolección de la muestra

Se recolectó 40 premolares humanos sanos extraídos por motivos ortodónticos donados por el Esp. en Ortodoncia, los cuales fueron conservados en el tiempo no mayor a 3 meses de extraído previo al experimento, y seleccionados bajo criterio de selección.

3.6.2. Grupos de la muestra

De los 40 dientes premolares humanos de muestra. Se dividirán en dos grupos con cavidades clase 1 obturadas con resina bulk fill; en el primer grupo denominado A, las resinas

serán fotoactivadas con lámparas LED de segunda generación, 10 dientes con la lámpara Woodpecker LED H y los otros 10 Elipar DeepCure-L.

El segundo grupo, denominado B, las resinas serán fotoactivadas con lámparas LED de tercera generación, siendo 10 dientes con la lámpara Valo de Ultradent, y los 10 últimos con la lámpara Bluephase Style MS de Ivoclar.

3.6.3. Preparación de las piezas dentarias y lámparas LED

Las piezas dentarias fueron recogidas después de su extracción, limpiadas con agua, escobilla profiláctica y rapador Jacquette (Hu-Friedy, USA). Posterior a ello fueron almacenadas en solución de cloramina-T trihidrato 1% para lograr su desinfección por el periodo de una semana y almacenadas en un frasco estéril en el refrigerador bajo 4°C en agua destilada posterior a ello cambiándose cada 7 días.

Se acondicionó a ambiente de (23 ± 2) °C. las piezas dentarias en agua destilada durante 24 horas previas a la realización de las preparaciones dentarias según la norma internacional PD ISO/TS 11405:2015.

Las lámparas LED de segunda y tercera generación se verificó que estén en estado óptimo, fueron calibradas por un radiómetro, y sobre los valores correctos según la ficha de fabricante para su utilización, colocando cada punta de la lámpara led sobre el radiómetro en el tiempo de 20 segundos a 1 mm, el cual se realizará el protocolo de la experimentación en todas las muestras. Estandarizando las lámparas en un mismo tiempo.

3.6.4 Preparación de las cavidades

Para la preparación de las cavidades, se utilizó un grupo de 40 premolares realizando las cavidades clase I según la clasificación de Black, en la cara vestibular con medidas de 4 mm de profundidad, 3mm de oclusal a gingival y 3 mm de mesial a distal, medidas con una sonda periodontal Hu friedy, marcando las medidas, colocando un tope en las fresas cilíndricas de diamante grueso cinta azul para realizar la profundidad de la cavidad y redonda 012 de grano

grueso cinta azul, para la zona ocluso-gingival y mesio-distal, finalmente se realizó un biselado de los bordes con una fresa fisura grano fino, todas las cavidades fueron realizadas con una pieza de mano de alta velocidad con irrigación según la norma PS ISO/TS 11405:2015 y cambiando las fresas cada 5 preparaciones.

3.6.5. Restauración de cavidades

Para la preparación de restauraciones, previamente se desinfectó con clorhexidina al 0.12% y se realizó de acuerdo con la instrucción del fabricante de la resina Bulk Fill 3M, se aplicó el ácido ortofosfórico al 37% Etchan gel de manera selectiva en esmalte 15 segundos, lavado y secado de 30 segundos con puntas de papel, bajo uso del cronómetro y simulando una cavidad profunda, al ser de 4mm.

Posteriormente se aplicó el adhesivo single bond universal 3m frotado por 20 segundos con uso del cronómetro y según el manual del fabricante, secado con aire suavemente por 5 segundos, hasta volatizar el solvente por completo y polimerizar 20 segundos con la lámpara de fotocurado. Se restauraron todas las cavidades ya preparadas con una resina tipo Bulk, con un incremento único de 4mm, realizando el fotocurado con la punta de la guía de luz tan cerca a la restauración para su correcta polimerización, lo cual se colocó a 1 mm., de distancia, fotocurado con las lámparas Woodpecker LED H, Elipar DeepCure-L de 3M de segunda generación y Valo de Ultradent y Bluephase Style M8 de Ivoclar Vivadent de tercera generación por el tiempo indicado por el fabricante del composite para lámparas de intensidad de 1000 a 2000 mW/cm² de 20 segundos y Terminado el proceso las piezas restauradas se almacenaron en agua destilada a 37°C por 24h según la norma PD ISO/TS 11405:2015 y posterior se realizó con el micromotor el pulido de cada restauración con cauchos.

3.6.6. Proceso de termociclado

Las muestras fueron sometidas a termociclado para realizar in vitro el envejecimiento en la interfase entre diente y material de restauración, y simular cambios de temperatura en

medio bucal, este proceso comprendió 10 000 ciclos térmicos en agua entre 5°C y 55°C, con una exposición en cada baño de 30 segundos y el tiempo de transferencia entre baños fue de 10 segundos según la norma internacional PD ISO/TS 11405:2015 con ayuda de un cronómetro. Este procedimiento, se realizó usando una fuente metálica con agua y hielo a una temperatura de (5 ± 2) °C y otra de acero con agua en controlando con un termómetro digital la temperatura de (55 ± 2) °C. Este envejecimiento se dio debido a que el agua a esa temperatura precipita el proceso químico generando estrés, debido a la expansión térmica producida en la interfase entre diente y material restaurador.

3.6.7. Proceso de tinción con Nitrato de Plata

Las muestras fueron protegidas con esmalte de uñas a 2mm. del margen de la restauración con dos capas y los ápices dentarios fueron cubiertos por acrílico de autocurado para que el colorante solo penetre el área de la interfase diente-restauración.

Para la prueba de filtración, se sumergieron las piezas dentarias en un envase de vidrio oscuro con nitrato de plata 1M por 24 horas sin exposición a la luz, envueltos con papel de aluminio con el nombre de tipo de lámpara usada. Después de las 24 h. las muestras fueron lavadas por 5 minutos y colocadas en solución foto reveladora bajo luz fluorescente por 8 horas para reducir los iones de plata diamina a granos de plata metálica para lo que posteriormente fue enjuagado con agua destilada.

3.6.8. Corte y lectura de muestras

Para el corte de las muestras, se realizó con discos metálicos en sentido mesio-distal cortados longitudinalmente con un micromotor de laboratorio, así posteriormente fueron observadas por un estereomicroscopio marca Leica modelo EZ4 con aumento 20X, para observar y realizar la medición de las filtraciones encontradas con ayuda de un experto en el laboratorio de equipamiento especializado en la Facultad de Biología de la Universidad Nacional Mayor de la San Marcos, se realizó la medición de la penetración del nitrato de plata

a lo largo de las paredes de la cavidad utilizando el sistema de puntuación dado por la norma internacional PD ISO/TS 11405:2015.

3.7. Análisis de datos

Los datos fueron recopilados en fichas AD HOC, para analizar los datos; se utilizó el paquete de software estadístico SPSS 21.0; donde se utilizó las pruebas estadísticas de Chi cuadrado y prueba de Fisher para ver si hubo resultados significativos, también se realizó medidas de tendencia central y media aritmética, todos estos resultados fueron expresados en tablas y gráficos.

3.8. Consideraciones éticas

El presente trabajo se realizó sin fines de lucro, sin tratar de desprestigiar o favorecer a alguna marca de resina o lámpara de fotocurado, todo los insumos y artefactos serán evaluados objetivamente para que no existan conflictos de interés.

La presente tesis se elaboró con dientes premolares humanos extraídos por motivos ortodónticos y donadas por un ortodoncista. Así también se utilizaron lámparas LED de segunda y tercera generación que fueron calibradas previamente por un radiómetro para verificar los correctos estándares según fabricación.

Se realizó la obturación de resina en cavidades clase I de Black, respetando el correcto protocolo según los fabricantes.

Los datos hallados a partir de la experimentación se presentaron sin faltar a la verdad. La presente tesis fue revisada por el Comité Institucional de Ética de la Universidad Nacional Federico Villareal. Los datos obtenidos se analizaron y presentaron en el trabajo de investigación tal cual han sido los resultados sin alterarse.

Las fuentes usadas en el proyecto de investigación se realizaron respetando la autoría, aplicando las fuentes bibliográficas de normas de APA.

IV. RESULTADOS

Las pruebas realizadas en los cortes dentarios de microfiltración con Nitrato de Plata fueron realizadas en el Laboratorio de Equipamiento Especializado de la Facultad de Biología de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, por medio de un estereomicroscopio de marca Leica modelo EZ4 con aumento de 20X, siendo un total de muestra de 40 piezas premolares humanos. Se dividieron en dos grupos, grupo de cavidades clase 1 obturadas con resina bulk fill; denominado A, fotoactivadas con lámparas LED de segunda generación, subdividas en 10 dientes fotocurados con la lámpara Woodpecker LED H (A1) y los otros 10 Elipar DeepCure-L (A2).

El segundo grupo, denominado B, las resinas fotoactivadas con lámparas LED de tercera generación, subdividas en 10 dientes con la lámpara Valo de Ultradent (B1), y los 10 últimos con la lámpara Bluephase Style MS de Ivoclar (B2).

Tabla 1

Descripción de intensidad de longitud de onda de las lámparas LED de segunda y tercera generación utilizadas

TIPO	GENERACIÓN	MARCA	Emitencia	Longitud
			Radiante (mW/cm ²)	de Onda
LED	Segunda	LEDH Woodpecker	1000- 1200	480-490
LED	Segunda	Elipar DeepCure-L	1470	430 -480
LED	Tercera	VALO	1000- 3200	385-515
LED	Tercera	Bluephase Style M8	650- 1200	385-515

Nota. En este cuadro observamos las lámparas usadas en el trabajo de investigación, tanto de segunda como tercera generación, según sus rangos de emitencia radiante, y longitud de onda, mostrando mayor irradiancia y longitud de onda en los valores obtenidos por el fabricante de las lámparas LED de tercera generación sobre las de segunda generación.

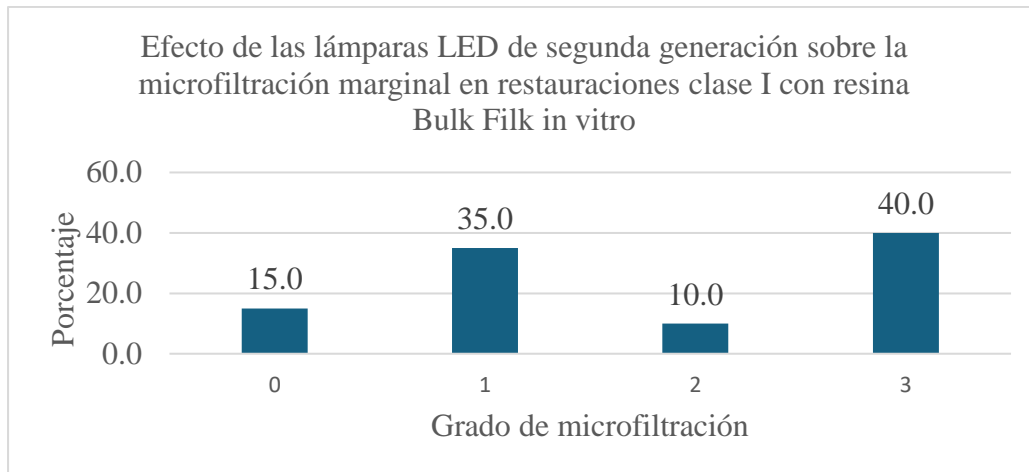
Tabla 2

Efecto de las lámparas LED de segunda generación sobre la microfiltración marginal en restauraciones clase I con resina Bulk Filk in vitro

Nivel de	N°	%
Microfiltración		
No existe penetración	3	15.0
Existe penetración –nivel esmalte	7	35.0
Existe penetración – nivel dentina	2	10.0
Existe penetración, incluyendo piso pulpar	8	40.0
Total	20	100.0

Figura 1

Efecto de las lámparas LED de segunda generación sobre la microfiltración marginal en restauraciones clase I con resina Bulk Filk in vitro



Nota. Se puede observar en la tabla, que las lámparas LED de segunda generación tienen poco efecto sobre la microfiltración marginal en restauraciones clase I con resina Bulk Filk in vitro, obteniendo un 40% que presentaron penetración incluyendo piso pulpar, 35% con penetración a nivel esmalte, 10% con penetración a nivel dentina sin incluir piso pulpar. Solo en el 15% de las resinas no existió penetración.

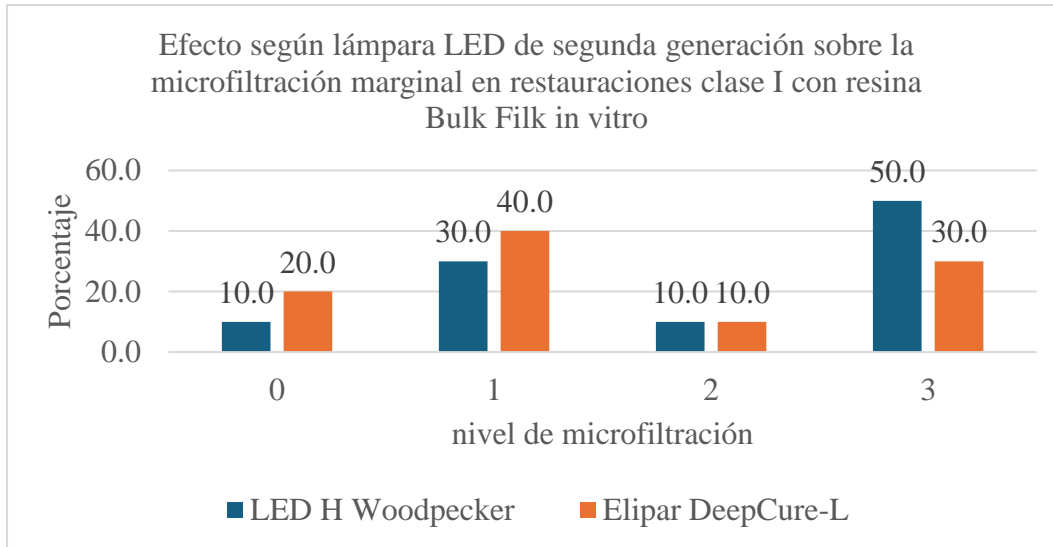
Tabla 3

Efecto según tipo de lámpara LED de segunda generación sobre la microfiltración marginal en restauraciones clase I con resina Bulk Filk in vitro

	Grupo A1		Grupo A2	
	LED H Woodpecker		Elipar DeepCure-L	
Nivel de	N	%	N°	%
Microfiltración				
No existe penetración	1	10.0	2	20.0
Existe penetración				
nivel esmalte	3	30.0	4	40.0
Existe penetración				
nivel dentina	1	10.0	1	10.0
Existe penetración,				
incluyendo piso				
pulpar	5	50.0	3	30.0
Total	10	100.0	10	100.0

Figura 2

Efecto según tipo de lámpara LED de segunda generación sobre la microfiltración marginal en restauraciones clase I con resina Bulk Filk in vitro



Nota. Según tipo de lámpara LED de segunda generación sobre microfiltración marginal en restauraciones clase I con resina Bulk Filk in vitro, se observa que las resinas con lámpara LED H Woodpecker se tuvo el mayor porcentaje de resinas que presentaron penetración incluyendo piso pulpar (50%), a diferencia de resinas con lámpara Elipar DeepCure-L donde el mayor porcentaje de resinas presentaron penetración a nivel esmalte (40%). Cabe resaltar también que el mayor porcentaje que no presentaron penetración fue en las resinas con lámpara Elipar DeepCure-L (20%) a comparación con los de lámpara LED H Woodpecker que solo el 10% no presentaron penetración.

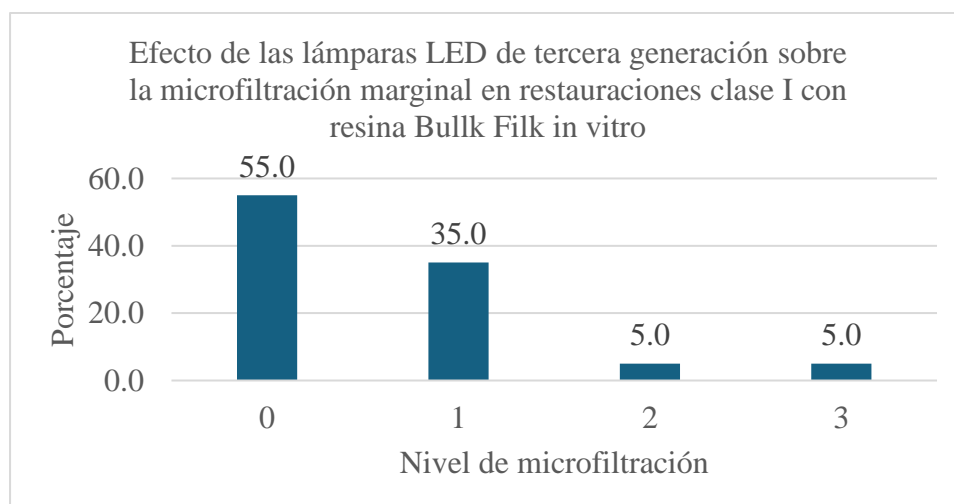
Tabla 4

Efecto de las lámparas LED de tercera generación sobre la microfiltración marginal en restauraciones clase I con resina Bullk Filk in vitro

Nivel de	N°	%
Microfiltración		
No existe penetración	11	55.0
Existe penetración nivel		
esmalte	7	35.0
Existe penetración nivel		
dentina	1	5.0
Existe penetración,		
incluyendo piso pulpar	1	5.0
Total	20	100.0

Figura 3

Efecto de las lámparas LED de tercera generación sobre la microfiltración marginal en restauraciones clase I con resina Bullk Filk in vitro



Nota. Se puede observar en la tabla, que las lámparas LED de tercera generación tienen un gran efecto sobre la microfiltración marginal en restauraciones clase I con resina Bulk Filk in vitro, obteniendo un 55% de resinas donde no existió penetración, 35% presentaron penetración a nivel esmalte, 5% con penetración a nivel dentina sin incluir piso pulpar. Solo el 5% de las resinas presentaron penetración incluyendo piso pulpar.

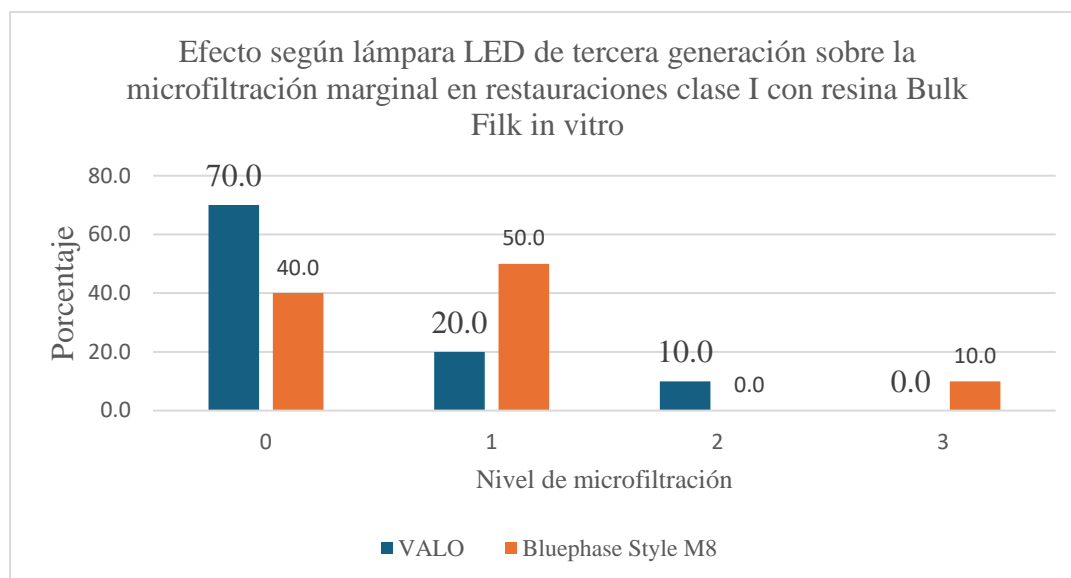
Tabla 5

Efecto según tipo de lámpara LED de tercera generación sobre la microfiltración marginal en restauraciones clase I con resina Bullk Filk in vitro

Nivel de Microfiltración	Grupo B1		GrupoB2	
	Valo N°	%	Bluephase Style B N°	%
No existe penetración	7	0.0	4	40.0
Existe penetración nivel esmalte	2	20.0	5	50.0
Existe penetración nivel dentina	1	10.0	0	0.0
Existe penetración, incluyendo piso pulpar	0	0.0	1	10.0
Total	10	100.0	10	100

Figura 4

Efecto según tipo de lámpara LED de tercera generación sobre la microfiltración marginal en restauraciones clase I con resina Bulk Filk in vitro



Nota. Según tipo de lámpara LED de tercera generación sobre microfiltración marginal en restauraciones clase I con resina Bulk Filk in vitro, se observa que las resinas con lámpara VALO se tuvo el mayor porcentaje de resinas que no presentaron penetración (70%), a diferencia de resinas con lámpara Bluephase Style M8 donde el mayor porcentaje de resinas presentaron penetración a nivel esmalte (50%), seguido por el 40% que no presentaron penetración. Cabe resaltar también que el mayor porcentaje que presentaron penetración incluyendo piso pulpar fue en las resinas con lámpara Bluephase Style M8 (10%) a comparación con los de lámpara VALO que no presentaron penetración incluyendo piso pulpar.

Tabla 6

Comparación del grado de microfiltración sobre las restauraciones clase I con resina Bulk

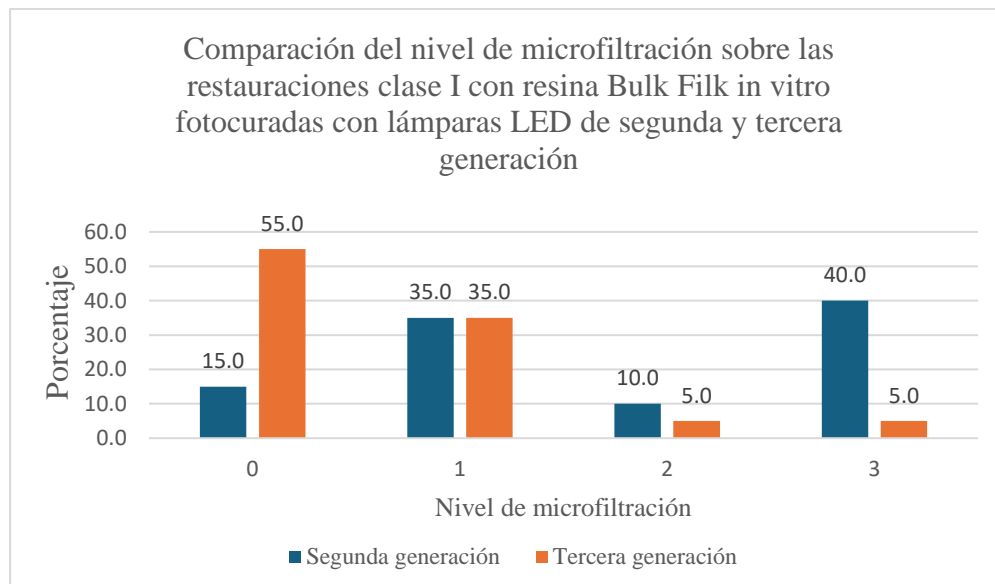
Filk in vitro fotocuradas con lámparas LED de segunda y tercera generación

Nivel de Microfiltración	Segunda generación		Tercera generación		Total
	Nº	%	Nº	%	
No existe penetración	3	15.0	11	55.0	14
Existe penetración nivel esmalte	7	35.0	7	35.0	14
Existe penetración nivel dentina	2	10.0	1	5.0	3
Existe penetración, incluyendo piso pulpar	8	40.0	1	5.0	9
Total	20	100.0	20	100	40

Nota. En la Prueba de χ^2 de Pearson = 10.3492, P = 0.016 y prueba exacta de Fisher P = 0.010

Figura 5

Comparación del grado de microfiltración sobre las restauraciones clase I con resina Bulk Filk in vitro fotocuradas con lámparas LED de segunda y tercera generación



Nota. Al comparar el nivel de microfiltración entre las lámparas de segunda y tercera generación, se observa un mayor porcentaje de resinas que presentaron penetración incluyendo piso pulpar en los que recibieron las lámparas de segunda generación siendo el 40%, a diferencia de las resinas que recibieron las lámparas de tercera generación que solo el 5% presentaron penetración incluyendo piso pulpar. Así mismo, se observa que las resinas de las lámparas de tercera generación presentaron mayor porcentaje que no presentaron penetración siendo el 55%, en comparación de los de segunda generación que solo el 15% no presentaron penetración. Al comparar los dos grupos se encontró diferencias estadísticamente significativas, $P < 0.05$. Estadístico de Prueba: Prueba Exacta de Fisher, el Valor P según la prueba exacta de Fisher = 0.010, siendo este valor $P < 0.05$, se rechaza la hipótesis nula, concluyendo que Las lámparas LED de tercera generación tienen una mayor efectividad de polimerización sobre el sellado periférico de restauraciones clase I de composites Bulk Fill in

vitro evitando la microfiltración respecto a los de segunda generación, presentando mayor porcentaje de resinas que no presentaron penetración.

V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Al comparar las generaciones de lámparas de polimerización para comprobar la microfiltración de cada una al utilizarla sobre una restauración clase 1 hecha con resina Bulk Fill, existen ciertas limitaciones, ya que al ser un estudio in vitro, no se puede observar distintos factores como la masticación, la exposición al medio ambiente, o el tiempo de vida de la restauración, por lo que se decidió hacer un proceso de termociclado para envejecer la restauración y tener resultados aproximados más exactos a la realidad; utilizando el PD ISO/TS 11405:2015, llevando a la restauración a 10000 ciclos térmicos en agua entre 5 y 55 grados Celsius en intervalos de 10 segundos, utilizando los mismos instrumentos y modificaciones propuestas por Al-Nabulsi (2019) en su investigación de resinas Bulk Fill.

Para poder determinar la relación entre el grado de microfiltración y el uso de distintas marcas y generaciones de lámparas dentales, esta investigación se basó en los estudios realizados por Castillo (2022), Gutierrez (2020) y Ricardi (2019), en cuanto a la irradiación y la longitud de onda de lámparas polywave y monowave de tercera generación y lámparas LED de segunda generación de la marca Woodpecker.

El presente estudio trabajo con una muestra de 40 premolares humanos, ya una vez restaurados e impregnados con nitrato de plata, fueron seccionados y visualizados a través de un estereomicroscopio, para determinar el nivel de microfiltración que presentaban, usando la escala de puntuación internacional PD ISO/TS 11405:2015. Los resultados obtenidos a nivel oclusal son parecidos aproximadamente con los obtenidos por Hernández (2021) con una muestra de 30 piezas dentales con cavidades clase 2, utilizando el mismo procedimiento de medición internacional, mismo tipo de resina Bulk fill pero de una marca distinta, y una lámpara polywave de tercera generación (Bluephase), coincidiendo que en oclusal ambas investigaciones presentaban 1 microfiltración de nivel 3. La mitad del grupo de Hernández (2021) obtuvo un nivel de microfiltración 0, difiriendo con esta investigación, pues se obtuvo

que más de la mitad del grupo evaluado con las lámparas de tercera generación, no tuvo microfiltración.

De acuerdo a lo expuesto por Castillo (2022), en su investigación concluyo que las diferentes lámparas de fotopolimerizado utilizadas; la Elipar DeepCure-L y la Bluephase-L, no altero el nivel de microfiltración en las restauraciones con resina Bulk Fill, discrepando con esta investigación, ya que se demostró que las distintas lámparas de tercera generación usadas, como fueron la VALO, la Bluephase Style M8, y las lámparas de segunda generación Elipar 3M y Woodpecker mostraron resultados diferentes respecto a la microfiltración, siendo la que mejor resultados dio, las de tercera generación.

VI. CONCLUSIONES

6.1. Todos los grupos tanto de las lámparas LED de segunda generación como tercera generación presentaron filtración en al menos un nivel de la cavidad por incremento único con resina Bullk Fill.

6.2. El grupo B que representa lámparas LED de tercera generación, Valo de Ultradent y Bluephase Style M8 de Ivoclar, tuvieron un mayor éxito sobre la microfiltración marginal observadas en microscopía, obteniéndose un resultado muy favorable en mas de la mitad de las muestras con un 55% donde obtuvo un grado 0 de penetración a diferencia del grupo A representado por lámparas LED de segunda generación, Woodpecker LED H, Elipar DeepCure-L de 3M, presentaron mayor microfiltración en las lecturas microscópicas realizadas, obteniendo filtración a mayor profundidad de la cavidad, que involucra piso pulpar (grado 3) con 40% de las muestras.

6.3. Dentro del grupo de lámparas LED de tercera generación, la lámpara LED Valo de Ultradent obtuvo un mayor porcentaje de eficacia con un 70 % de restauraciones libre de filtración (nivel 0), dando confiabilidad del tratamiento realizado por el tiempo.

6.4. El grupo de lámparas LED de segunda generación LED Woodpecker LED H obtuvo una baja efectividad, con el 50 % de las muestras filtradas a nivel del piso pulpar, (nivel 3), poniendo en riesgo la duración en el tiempo del tratamiento realizado.

6.5. Se puede concluir que, las resinas Bullk Fill, con incrementos únicos mayores a 2mm., hay una mayor efectividad con lámparas de tercera generación que son capaces de aprovechar en su totalidad la polimerización de los componentes aditivos que conlleva a diferencia de otras resinas compuestas, obteniendo mejores resultados para la buena duración del tratamiento, comprobando la hipótesis planteada.

VII. RECOMENDACIONES

7.1. Elaborar estudios *in vitro* para comparar cavidades fotopolimerizadas con distintas marcas comerciales de resina Bullk Fill, basada en sus diferentes componentes o fotoiniciadores, fotopolimerizadas con lámparas de segunda y tercera generación.

7.2. Realizar estudios comparativos al realizar grabado selectivo y total, y adhesivos convencionales y universales con su implicancia en relación con la microfiltración de las resinas Bullk Fill y lámparas LED.

7.3. Evaluar estudios con lámparas LED en distintos tiempos de fotocurado y distancias con respecto a la fotopolimerización de resinas con incremento único.

7.4. Comparar estudios con respecto a la tonalidad del color de las resinas bullk fill y la fotopolimerización con lámparas LED.

7.5. Realizar estudios *in vitro* para evaluar otras propiedades físico-mecánicas de las resinas bullk fill monobloque, en temas de microdureza, módulo de elasticidad, etc. Fotopolimerizadas con lámparas LED de última generación.

7.6. Realizar estudios *in vitro* con otros sistemas de cementación resinosa bajo lámparas de segunda y tercera generación.

7.7. Al profesional odontólogo, revisar siempre los protocolos de cada fabricante y recomendaciones para optimizar al máximo todos los componentes que el material posee, ya que no todas las lámparas LED están diseñadas para fotopolimerizar en su totalidad ciertos componentes o fotoiniciadores nuevos que van apareciendo en los materiales fabricados en la actualidad, así obtener los mejores resultados en la práctica clínica con tratamientos más duraderos.

7.8. Utilizar correctamente los tiempos de fotopolimerizado, y dar mantenimiento durante los años de uso a las lámparas LED de fotocurado, en cuanto a su intensidad de luz

emitida en el rango de longitud de onda que debe poseer según fabricante de la lámpara de luz que posea en la práctica dental.

VIII. REFERENCIAS

- Alkudhairy, F. (2017) The effect of curing intensity on mechanical properties of different bulk-fill composite resins. *Clinical, Cosmetic and Investigational Dentistry*, 9(1), 1–6. <https://doi.org/10.2147/CCIDE.S130085>
- Al-Nabulsi, M., Daud, A., Yiu, C., Omar, H., Sauro, S., Fawzy, A. y Daood, U. (2019). Co-Blend Application Mode of Bulk Fill Composite Resin. *Materials*, 12(16), 1-15. <https://doi.org/10.3390/ma12162504>
- Al Shaafi, M. (2017). Factors affecting polymerization of resin-based composites: A literature review. *Saudi Dent J*, 29(2), 48–58. <https://doi.org/10.1016/j.sdentj.2017.01.002>
- Al Shaafi, M., y Maawadh, A. (2020). Evaluation of light intensity output of QTH and LED curing devices in various governmental health institutions. *Oper Dent*, 36(4), 356–61. <https://doi.org/10.2341/10-247-O>
- Attar, N. y Korkmaz, Y. (2007) Effect of two light-emitting diode (LED) and one halogen curing light on the microleakage of Class V flowable composite restorations. *Rev. J Contemp Dent Pract*, 8(2), 80-8. <https://www.thejcdp.com/doi/pdf/10.5005/jcdp-8-2-80>
- Balkaya, H. y Arslan, S. (2020). A Two-year Clinical Comparison of Three Different Restorative Materials in Class II Cavities. *Opera Dent*, 45(1), 32-42. <https://doi.org/10.2341/19-078-C>
- Barrancos Mooney. (1999). *Operatoria dental: integración clínica*. Cuarta edición. Editorial Médica Panamericana; 686-700.
- Bortolotto, T. (2013). Light polymerization during cavity filling: effect of exposure reciprocity law and the resulted shrinkage forces on restoration margins. *Acta Odontol Scand*, 71(5), 1296–302. <https://doi.org/10.3109/00016357.2012.762988>

- Blanco, A. (2013). Rehabilitación de la sonrisa mediante resinas compuestas. *Rev. Gaceta Dental*, 24(8), 126-138.
- Cadenaro, M., Maravic, T., Comba, A., Mazzoni, A., Fanfoni, L., y Hilton, T. (2019). The role of polymerization in adhesive dentistry. *Dent Mater*, 35(1), 1–22. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2018.11.012>
- Castillo, G., Sánchez, T. y Marco, A. (2022). Efecto de fuentes de polimerización sobre el sellado marginal de restauraciones de resinas de incremento único. *Revista Cubana de Estomatología*, 59(3). http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75072022000300005&lng=es&nrm=iso
- Chain, M. y Baratieri, M. (2001) *Restauraciones estéticas con resinas compuestas en dientes posteriores*. 1 (1), 5-10.
- Claus, E., Price, R., Callaway, A., Masek, A., Schwarm, H., y Rullmann, I. (2018). Visible light curing devices-Irradiance and use in 302 German dental offices. *J Adhes Dent*, 20(1), 41–55. <https://doi.org/10.3290/j.jad.a39881>
- Coreño-Alonso, J., y Méndez-Bautista, M.T. (2020). Relationship between structure and properties of polymers. *Educ Quim*, 21(4), 291–9. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-893X2010000400006
- David, J., Gomes, O., y Gomes, J. (2017). Effect of exposure time on curing efficiency of polymerizing units equipped with light-emitting diodes. *J Oral Sci*, 49, 19–24. <https://doi.org/10.2334/josnusd.49.19>
- Del Valle, R., Rosario, A. y Christiani, J. (2021) Filtración marginal y contracción en la polimerización en nuevas resinas bulk fill: una revisión de la literatura. *Revista Ateneo Argentino de Odontología*, 64(1), 77-82. <https://doi.org/10.33448/rsd-v12i4.41107>

- Ehrmantraut, M., Terrazas, O., y Leiva, M. (2011). Sellado marginal en restauraciones indirectas, cementadas con dos sistemas adhesivos diferentes. *Rev. Clin. Periodoncia Umplantol. Rehabil. Oral*, Vol 4(3); 106-109. <http://dx.doi.org/10.4067/S0719-01072011000300004>
- El-Mowafy, O., El-Badrawy, W., Lewis, D., Shokati, B., Soliman, O., y Kermalli, J. (2015). Efficacy of halogen photopolymerization units in private dental offices in Toronto. *J Can Dent Assoc*, 71(8), 587. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16202200/>
- El-Mowafy, O., El-Badrawy, W., y Lewis, D. (2015). Intensity of quartz-tungsten-halogen light-curing units used in private practice in Toronto. *J Am Dent Assoc*, 136, 766–73. <https://doi.org/10.14219/jada.archive.2005.0260>
- Feng, L., Carvalho, R., y Suh, B.I. (2019). Insufficient cure under the condition of high irradiance and short irradiation time. *Dent Mater*, 25(1), 283–9. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2008.07.007>
- Gajewski, V., Pfeifer, C., Fróes-Salgado, N., Boaro, L., y Braga, R. (2019). Monomers used in resin composites: Degree of conversion, mechanical properties and water sorption/solubility. *Braz Dent J*, 23(5), 508–14. <https://doi.org/10.1590/S0103-64402012000500007>
- Gritsch, K. (2018). Influence of light energy and power density on the microhardness of two nanohybrid composites. *Eur J Oral*, 116(1), 77–82. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0722.2007.00506.x>
- Gutiérrez, A. (2020) Comparación de la profundidad de polimerización de resinas compuestas bulk fill obtenida con dos unidades de fotoactivación LED: polywave versus monowave. *Odontología Sanmarquina*, 23(2), 131-138. <https://orcid.org/0000-0001-8758-3349>

- Gutiérrez, F. (2009) *Estudio comparativo in vitro de la microfiltración marginal de una resina compuestas polimerizada con lámpara halógena convencional, versus lámpara LED*. [Tesis de postgrado] Universidad de Chile. <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/134901>
- Hao, X., Luo, M., Wu, J., y Zhu, S. (2016). A survey of power density of light-curing units used in private dental offices in Changchun City, China. *Lasers Med Sci*, 30(2), 493–7. <https://doi.org/10.1007/s10103-013-1351-0>
- Hegde, V., Jadhav, S., y Aher, G. (2019). A clinical survey of the output intensity of 200 light curing units in dental offices across Maharashtra. *J Conserv Dent*, 12(3), 105–8. <https://doi.org/10.4103/0972-0707.57633>
- Hernandez, C. (2021) *Microfiltración en restauraciones clase II con resinas monobloque y convencional* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Federico Villarreal] Repositorio Institucional UNFV. <https://hdl.handle.net/20.500.13084/5253>
- Hervás, G., Martínez, L., Miguel, A., Cabanes, V., Barjau, E. y Fos G. (2006). Resinas compuestas: Revisión de los materiales e indicaciones clínicas. *Medicina Oral, Patología Oral y Cirugía Bucal*, 11(2), 215-225. https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1698-69462006000200023
- Holter, D., Frey, H. y Mulhaupt, R. (1997) Ratched bismethacrylates based on Bis-GMA. a systematic route to low shrinkage composites. *Rev Polymer Preprints*, 38, 184-225.
- Hung, J. y Park, S. (2017). Comparación de la contracción por polimerización, las propiedades físicas y la adaptación marginal de composites a base de resina de relleno masivo restauradores y fluidos. *PubMed*, 42(4), 375-386. <https://doi.org/10.2341/16-254-L>
- Kim, R., Son, S., Hwang, J., Lee, I., y Seo, D. (2015). Comparison of photopolymerization temperature increases in internal and external positions of composite and tooth cavities in real time: Incremental fillings of microhybrid composite vs. bulk filling of bulk fill

- composite. *Journal of Dentistry*, 43(9), 1093-1098.
<https://doi.org/10.1016/j.jdent.2015.07.003>
- Laor, B. (2017). Influence of curing rate of resin composite on the bond strength to dentin. *Oper Dent*, 32(2), 144–8. <https://doi.org/10.2341/06-39>
- Mallat, E. (2016) Cuestiones relevantes de las lámparas de fotopolimerizar, polímeros sintéticos en Anderson. *Materiales de aplicación denta*, (España), 1(1).
<https://es.scribd.com/document/444801802/Cuestiones-relevantes-de-las-lamparas-de-polimerizar-Dr-Ernest-Mallat>
- Manhart, J., Kunzelmann, K. y Chen H. (2000) Mechanical properties of new composite restorative materials. *J Biomed Mater Res*, 53, 353-361. [https://doi.org/10.1002/1097-4636\(2000\)53:4%3C353::aid-jbm9%3E3.0.co;2-b](https://doi.org/10.1002/1097-4636(2000)53:4%3C353::aid-jbm9%3E3.0.co;2-b)
- Michaud, P., Price, R., Labrie, D., Rueggeberg, F.A., y Sullivan, B. (2014). Localised irradiance distribution found in dental light curing units. *J Dent*, 42(2), 129–39.
<https://doi.org/10.1016/j.jdent.2013.11.014>
- Mills, R. (1995) Blue light emitting diodes--another method of light curing? *Br Dent J.*, 178(5), 169. <https://doi.org/10.1038/sj.bdj.4808693>
- Mirzaei, M. (2016). Evaluation of curing units used in private dental offices in Tehran in 2005. *J Dent Med*, 20(2), 138–43. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9573788/>
- Nocchi. (2008). *Odontología restauradora “salud y estética”*. Editorial Médica Panamericana S.A.
- Pelissier, B., Jacquot, B., Palin, W. y Shortall, A. (2011) Three generations of LED lights and clinical implications for optimizing their use, from past to present. *Dent Update*, 38(10), 660-662. <https://doi.org/10.12968/denu.2011.38.10.660>
- Peutzfeldt, A. (2015). Resin composite properties and energy density of light cure. *J Dent Res*, 84(7), 659–62. <https://doi.org/10.1177/154405910508400715>

- Pfeifer, C. (2019). Photoinitiator content in restorative composites: influence on degree of conversion, reaction kinetics, volumetric shrinkage and polymerization stress. *Am J Dent*, 22(4), 206–10. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19824555/>
- Price, R., Rueggeberg, F., Labrie, D., y Felix, C.M. (2020). Irradiance uniformity and distribution from dental light curing units. *J Esthet Restor Dent*, 22(2), 86–101. <https://doi.org/10.1111/j.1708-8240.2010.00318.x>
- Restrepo, L. (2014) *Influencia del espesor de tres resinas compuestas translúcidas de diferente tonalidad sobre la luminosidad* [Tesis de postgrado]. Universidad Complutense de Madrid. <https://hdl.handle.net/20.500.14352/36468>
- Ricardi, F., Mauro, C., Busato, R., Mendonça, M., Rosa, V. y Marchi, B. (2019). Bond strength and marginal microleakage in restorations photopolymerized with LED and halogen light associated with three application modes of a universal adhesive system: in vitro study. *Revista Gaúcha de Odontologia*, 67(2). <http://dx.doi.org/10.1590/1981-86372019000313586>
- Roberson Theodore. (1996). *Operatoria dental arte y ciencia*. (Tercera edición). Editorial Mosby.
- Rode, K., Kawano, Y. y Turbino, M. (2017). Evaluation of curing light distance on resin composite microhardness and polymerization. *Oper Dent*, 32(6), 571–8. <https://doi.org/10.2341/06-163>
- Rodríguez, D. y Pereira, N. (2007) Evolución y tendencias actuales en resinas compuestas. *Acta Odontológica Venezolana*, 1 (1), 5-25. https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0001-63652008000300026
- Rojas, P., y Ríos, C. (2021). Microfiltración marginal de resinas de relleno masivo y nanohíbrida en molares deciduos. *Revista Cubana de Estomatología*, 58(2), 1-8. <http://www.revestomatologia.sld.cu/index.php/est/article/view/3278>

- Rueggeberg, F., Giannini, M., Arrais, C., y Price, R. (2017). Light curing in dentistry and clinical implications: a literature review. *Braz Oral Res*, 12(2), 18-22. <https://doi.org/10.1590/1807-3107bor-2017.vol31.0061>
- Rueggeberg, F. (2011). State-of-the-art: dental photocuring. A review. *Dent Mater*, 27, 39–52. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2010.10.021>
- Santos, G., Santos, M., El-Mowafy, O., y El-Badrawy, W. (2017). Intensity of quartz-tungsten-halogen light polymerization units used in dental offices in Brazil. *J Prosthodont*, 8(5), 434–5. <https://doi.org/10.14219/jada.archive.2005.0260>
- Sword, R., Do, U., Chang, J., y Rueggeberg, F. (2016). Effect of Curing Light Barriers and Light Types on Radiant Exposure and Composite Conversion. *J Esthet Restor Dent*, 28(1), 29–42. <https://doi.org/10.1111/jerd.12173>
- Teran, C., Medina, S., Aguilar, J., Ordoñez, P. y Ortega, G. (2022). Microfiltración de resinas bulk fill vs resinas convencionales: revisión sistemática. *Revista Killkana Salud y Bienestar*, 6(3), 233-244. <https://doi.org/10.26871/killcanasalud.v6i3.981>
- Vandewalle, K. (2014). Effect of energy density on properties and marginal integrity of posterior resin composite restorations. *Dent Mater*, 20(1), 77–8 [https://doi.org/10.1016/S0109-5641\(03\)00124-6](https://doi.org/10.1016/S0109-5641(03)00124-6)

IX. ANEXOS

9.1. Anexo A: Matriz de consistencia

Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Metodología
<p>¿Cuál es la efectividad de polimerización en lámparas LED de segunda y tercera generación sobre el sellado periférico de restauraciones clase I de resinas tipo bulk in vitro?</p>	<p>Objetivo general: Evaluar la efectividad de la polimerización en lámparas LED de segunda y tercera generación sobre el sellado periférico de restauraciones clase I de resinas tipo Bulk in vitro</p> <p>Objetivos específicos: Indicar la intensidad de longitud de onda que emiten las lámparas LED de segunda y tercera generación. Determinar el efecto de las lámparas LED de segunda generación sobre la adaptación marginal en restauración clase I con resina tipo Bulk Filk in vitro. Determinar el efecto de las lámparas LED de tercera segunda generación sobre la adaptación marginal en restauración clase I con resina tipo Bull Filk in vitro.</p>	<p>Las lámparas LED de tercera generación nos traerán una mayor efectividad de polimerización sobre la microfiltración marginal de restauraciones clase I de composites tipo bulk in vitro.</p>	<p>Generaciones de lámparas LED. Microfiltración marginal.</p>	<p>Tipo de investigación Se realizará un estudio experimental, comparativo, prospectivo, longitudinal, retrospectivo. Población y muestra Dientes premolares humanos</p>

9.2. Anexo B: Solicitud de donación de piezas dentarias

SOLICITO: Donación de piezas dentarias.

Dr. Ricalde Olivera, José

**MG. ESP. DE ORTODONCIA, DOCENTE DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL
FEDERICO VILLARREAL.**

YO, LORENA ESPERANZA ARMAS CORDERO, bachiller de odontología, con DNI N° 73111096 y código de alumno 2015028921 de la Universidad Nacional Federico Villarreal, me es grato saludarlo y a la vez me dirijo a usted respetuosamente, para exponerle lo siguiente:

Habiendo culminado la carrera profesional de Odontología en la Universidad Nacional Federico Villarreal, solicito su ayuda en la donación de 40 piezas dentarias humanas (premolares), sanos, libres de caries extraídas por razones ortodónticas en su labor profesional como ortodoncista, para ser utilizados en mi tesis: " Efectividad de polimerización en lámparas LED de segunda y tercera generación sobre el sellado periférico de restauraciones clase V de resinas Bulk Fill, in vitro" a fin de obtener mi Título profesional de Cirujano Dentista.

Por lo expuesto:

Agradezco de antemano pueda acceder a mi solicitud satisfactoriamente.

Lima, 01 de Diciembre del 2023.



Bach. Lorena Esperanza Armas Cordero

DNI: 73111096

Lima, 11 de diciembre de 2023

Señor(a)

ARMAS CORDERO, LORENA ESPERANZA

Presente. -

REFERENCIA: Carta, fecha 01 de diciembre 2023

Es grato dirigirme a usted para saludarla atentamente y de acuerdo con el documento en referencia, autorizar la donación de 40 premolares humanos sanos extraídos por razones terapéuticas, en estos últimos meses, en mi labor de especialista en Ortodoncia en mi centro de trabajo, a fin de ser utilizados en su trabajo de investigación para optar el Título de Cirujano Dentista Armas Cordero Lorena Esperanza.

Es propicia la oportunidad para reiterarle las muestras de mi especial consideración y estima personal.

Cordialmente.

A handwritten signature in black ink, consisting of several large, overlapping loops and a horizontal line at the bottom.

Cd., Mg., Esp. Ricalde Olivera, José

ORCID: 0000000267194386

9.3. Anexo C: Reporte de sesión de microscopía



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

(Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA)
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
LABORATORIO DE EQUIPAMIENTO ESPECIALIZADO



REPORTE SESIÓN DE MICROSCOPIA

MICROSCOPIO ÓPTICO DE CAMPO OSCURO / CONTRASTE DE FASES

MARCA: LEICA

MODELO: EZ4

FECHA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA: 23/04/2024

FECHA DE EJECUCIÓN DEL SERVICIO: 29/04/2024 al 30/04/2024

FECHA DE EMISION DE INFORME: 02/05/2024

MUESTRA: cortes dentales

Se informa que del día 29 al 30 de abril de 2024 se llevó a cabo la sesión de microscopía estereoscópica para la Srta. Lorena Armas Cordero. Durante la sesión, se examinaron cuarenta (40) muestras de cortes dentales para evaluar microfiltración.

Las muestras se fijaron para su observación sobre fibra de carbono. La observación directa se llevó a cabo utilizando el Estereomicroscopio Leica EZ4, con aumentos de 20x.

Como resultado de este análisis, se generaron alrededor de 40 fotografías, las cuales se compartieron a través de una carpeta en Google Drive para su acceso y revisión.

Atentamente,

Danayra Cristhel Cruz Espinoza

Técnica

Laboratorio de Equipamiento Especializado

Facultad de Ciencias Biológicas

Universidad Nacional Mayor de San Marcos

9.4. Anexo D: Especificaciones técnicas ISO/TS 11405

**TECHNICAL
SPECIFICATION**

**ISO/TS
11405**

Third edition
2015-02-01

**Dentistry — Testing of adhesion to
tooth structure**

Art dentaire — Essais d'adhésion à la structure de la dent

5.1.4.5 Storage of test specimens

Test specimens should be prepared at $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$ and stored in water at $(37 \pm 2) ^\circ\text{C}$ prior to testing. Storage in water for 24 h is normally sufficient to discriminate between materials that may withstand a wet environment and those that may not. Thermocycling between $5 ^\circ\text{C}$ and $55 ^\circ\text{C}$ may be used as an accelerated ageing test. Longer periods of water storage may be necessary to show durability of the bond. Simple water storage has been found to mimic clinically observed restoration degradation.^[12]

The recommended procedures are the following:

- test type 1: short-term test after 24 h in water at $37 ^\circ\text{C}$;
- test type 2: thermocycling test comprising 500 cycles in water between $5 ^\circ\text{C}$ and $55 ^\circ\text{C}$ starting after (20 – 24) h storage in water at $37 ^\circ\text{C}$;
The exposure to each bath should be at least 20 s and the transfer time between baths should be (5 – 10) s.
- test type 3: long term test after six months storage in water at $37 ^\circ\text{C}$ (medium changed every seven days to avoid contamination).

The specimens should be tested for bond strength immediately after removal from water.

5.1.4.6 Tensile loading

Perform the test at $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$ and $(50 \pm 10) \% \text{RH}$. Mount the tensile test specimen in the testing apparatus. Do not apply any bending or rotational forces to the adhesive material during mounting. Apply the tensile load as described in 5.1.4.7.

5.1.4.7 Strain rate for bond breakage

The standard strain rate for testing a bonded specimen is recommended to be $(0,75 \pm 0,30) \text{ mm/min}$ crosshead speed or a loading rate of $(50 \pm 2) \text{ N/min}$.

NOTE The stiffness of the various testing machines and bond assemblies varies widely and hence, loading rate is more meaningful than crosshead speed.

5.2 Gap measurement test for adhesion to dentine

5.2.1 General

The gap measurement test is another approach that may demonstrate the efficacy of an adhesive material that is intended to bond a filling material to dentine.^{[5],[6]} This type of test involves the laboratory preparation of a tooth cavity and its subsequent filling by the test material or combination of materials. The resulting "restoration" and tooth are sectioned or ground to reveal the cavity wall/restoration interface.

If the filling has been placed correctly, the principal reason for the formation of a gap or gaps around it is the polymerization shrinkage of the restorative material system. The dentine-bonding agent is intended to withstand the forces of this shrinkage and, if it is totally effective, no gap will be formed.

If the bond is partially effective at withstanding the forces, some of the polymerization shrinkage will be manifested by external dimensional changes before the interface breaks down. Therefore, a small gap will demonstrate a more effective agent compared to the one associated with a large gap. The test may be used to evaluate the effectiveness of the adhesive at various times after completion of the restoration.

It is important that if a particular bonding agent is recommended for a specific restorative material, then this particular combination should be tested. The test is technique sensitive and the tester needs good training in handling and application of all the materials used in the procedure as well as being proficient at dental cavity preparation.^[5]

to the hybrid layer. Nanoleakage is independent of microleakage. The amount of penetration depends on the type of bonding agent and the application technique. Nanoleakage is much less extensive than microleakage and has probably no short-term clinical relevance. The long-term stability of the adhesive bond between dentine and restorative material, however, could be adversely affected.

While there have been many papers reporting microleakage studies, a correlation with clinical performance has not been established.

5.3.2 Tooth substrate and storage

See 5.1.2.

5.3.3 Cavity preparation

Condition teeth in distilled water at (23 ± 2) °C for a minimum of 12 h prior to use.

Several cavity types are of interest when studying leakage. When testing the quality of a particular material or combination of materials to prevent leakage, a standard 3 mm diameter cavity with a depth of at least 1 mm into the dentine in the mid-part of the buccal surface of a third molar should be used.

Start cavity preparation in enamel with a high speed hand piece using a small cylindrical diamond bur. Finish cavity walls to a diameter of $(3 \pm 0,2)$ mm with a carbide bur with a straight flat fissure head with flat end and without cross-cuts in accordance with [ISO 3823-1:1997](#) 5.3.2.4 at approximately 4 000 rpm and with liberal water cooling.

If a cavity solely surrounded by dentine is of interest, follow the procedure described in 5.2.3. A minimum of 10 cavities should be examined.

5.3.4 Filling procedure

Follow the manufacturer's instructions. See also 5.2.4.

5.3.5 Storage of specimens

Immediately after completion of the filling procedure, immerse the specimen in the chosen tracer solution and store at (37 ± 2) °C for 24 h.

If the effect of thermocycling is part of the test, start the thermocycling procedure according to 5.1.4.5 after 24 h storage at (37 ± 2) °C. After the end of thermocycling, immerse the tooth in a tracer solution for (2 - 4) h.

NOTE Many tracer solutions have been used including inorganic dyes, organic dyes, electrolytes, and silver nitrate. Suspensions of pigment particles are not recommended.

5.3.6 Measurement of microleakage

Cut the tooth longitudinally twice to either side of midline of the cavity with a slow speed diamond saw under water-cooling. Score all four surfaces, if possible, for microleakage. Inspect under a microscope at 10 × magnification for penetration of tracer along the cavity walls.

Use the following scoring system:

- no penetration = 0;
- penetration into the enamel part of the cavity wall = 1;
- penetration into the dentine part of the cavity wall, but not including the pulpal floor of the cavity = 2;
- penetration including the pulpal floor of the cavity = 3.

9.5. Anexo E: Ficha técnica lampara LED H

MANUAL DE INSTRUCCIONES PARA LED.H (curing Light)

1. Principios y usos.

1.1 LED.H adopta el principio de solidificación de resinas sensibles a los disparos de rayos de luz por un corto tiempo.

1.2 Este producto es usado para restaurar dientes.

2. Estructura y componentes:

LED.H (dental) está compuesta principalmente por un diodo LED de alta intensidad, fibra óptica y una unidad principal.

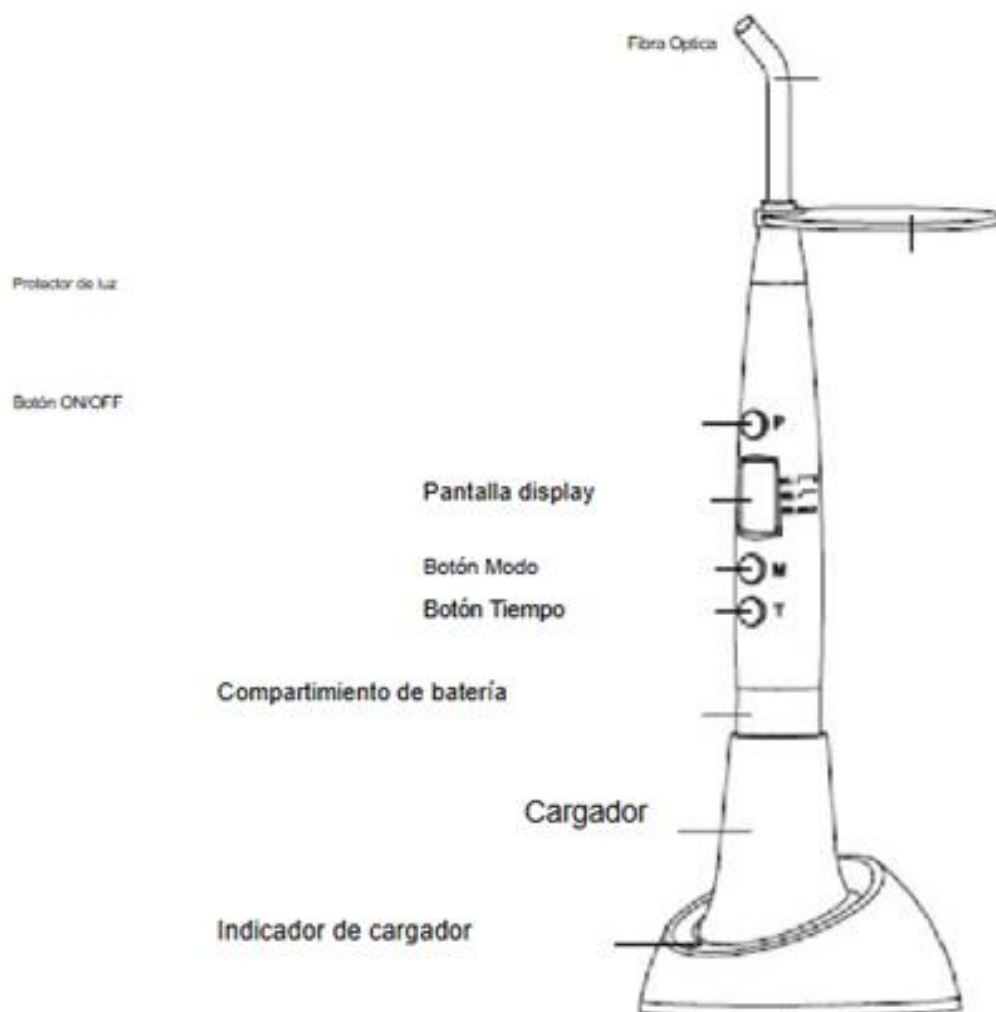


Figura 1 – II

3. Especificaciones técnicas

3.1 Fuente de energía: Batería recargable de litio.

Modelo de batería: ICR18650

Voltaje y capacidad de batería: 3.7V/2200mAh

Entrada al adaptador: AC100V a 240V, 50Hz/60Hz.

Salida del adaptador: DC5V/1^a

3.2 Parte aplicada: Fibra óptica

3.3 Fuente de luz:

a) 5W luz azul LED de alta intensidad

b) Longitud de onda: 420nm-480nm

c) Intensidad de luz: 1000mW/cm² ~ 1200mW/cm²

3.4 Condiciones de trabajo:

a) Temperatura ambiental: 5°C a 40°C

b) Humedad relativa: ≤80%

c) Presión atmosférica: 70kPa a 106kPa

3.5 Dimensiones: □25mm x 252mm

3.6 Peso neto: 178gr.

3.7 Consumo de energía: ≤8W

3.8 Tipo de protección contra shock eléctrico: Clase II

3.9 Protección contra shock eléctrico: Tipo B

3.10 Protección contra ingreso dañino de agua o alguna materia particular:

Equipo ordinario (IPX0)

3.11 Seguridad en presencia de anestésico inflamable mezclado con aire, oxígeno u óxido nítrico: no recomendable bajo esta condición.

4. Instalación y método de remoción:

4.1 Retire la tapa roja de protección de la fibra óptica e inserte la parte de metal dentro de la LED.H, asegurándose de insertar la fibra hasta el final.

4.2 Instalar el protector de luz sobre la base de la fibra óptica.

4.3 Para desarmar invierta el proceso arriba mencionado.

9.6. Anexo F: Ficha técnica lámpara Elipar DeepCure-L

Elipar™ DeepCure-L (Lámpara de tecnología LED)



■ Descripción

La lámpara Elipar DeepCure-L, última tecnología en lámparas LED diseñada para proporcionar a los odontólogos una mayor certidumbre de haber logrado una polimerización profunda e uniforme, incluso en las zonas difíciles de alcanzar.

Intensidad de Luz: 1470 mw/cm²
Rango de longitud onda: 430-480 nm
Batería de ion-litio con 120 minutos de funcionamiento sin recarga.

Guía de Luz de 10 mm; con revestimiento oscuro
Operación sencilla e intuitiva con dos botones y modo único
Tiempos de fotopolimerización de 5, 10, 15 y 20 segundos.
Modo de fotopolimerización tack-cure.

■ Ventajas

UN FOTOCURADO PROFUNDO Y UNIFORME

La lámpara Elipar™ DeepCure-L, gracias a su óptica avanzada, garantiza una polimerización profunda e uniforme: desde el centro de la restauración hasta el borde y de la superficie hasta el fondo de la cavidad, a distancias clínicamente relevantes.

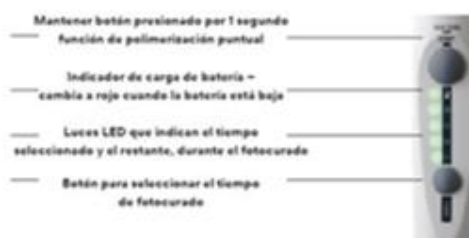
GUÍA DE LUZ

- Revestimiento oscuro – para reducir la luz parásita y prevenir el reflejo
- Ángulo y altura de la punta de la guía de luz optimizada – para mejorar su alcance intraoral

Actualización Diciembre 2017

■ Instrucciones de Uso

Elipar™ DeepCure-L Lámpara LED de Fotocurado



■ Presentación

Elipar™ DeepCure-L Lámpara LED de Fotocurado

Para dentistas que buscan alto rendimiento en un modelo ligero



Código: 7020114383-4

9.7. Anexo G: Ficha técnica lámpara Bluephase Style

bluephase[®]: La lámpara LED para cualquier uso ...



La innovación auténtica se pone a prueba con el uso. Un ejemplo perfecto de esto son las lámparas de polimerización bluephase con la tecnología especialmente desarrollada LED polywave[®], que es capaz de polimerizar todos los foto-iniciadores y materiales de la industria dental. Esta cualidad elimina el inconveniente que han sufrido las lámparas LED, colocando a la bluephase a la altura de las lámparas halógenas, el anterior estándar de la industria.



bluephase marca los nuevos estándares en todos los aspectos. No solo es la lámpara LED más vendida en Europa, sino que también es una referencia frecuente en estudios científicos y clínicos¹, además ha sido galardonada como la mejor lámpara de polimerización por reconocidos Institutos de análisis independientes².

Realizada a partir de conceptos comprobados y abierta a nuevos desarrollos. Estos son los principios incorporados en la bluephase style. A la vez de ofrecer un rendimiento comparable a las lámparas bluephase existentes, la nueva **bluephase style** tiene un diseño ergonómico y compacto que **se adapta de manera aún más cómoda a las manos de cualquier usuario**.



bluephase: now even smaller

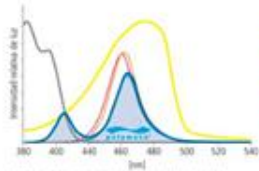
Cualquier material gracias al LED polywave[®] Cualquier indicación gracias a su refrigeración continua Cualquier momento gracias a Click & Cure 1,500 mW/cm²

La capacidad de polimerizar todos los materiales dentales está relacionada con la luz emitida. En contraste con otras lámparas LED de segunda generación, las lámparas LED **polywave** polimerizan consiguiendo un espectro de luz de 385 a 515 nm, similar al espectro de luz de las lámparas halógenas que han servido como modelo. Por ello, bluephase style es idónea para polimerizar todos los foto-iniciadores y materiales usados en la industria dental sin restricciones.

Al incorporar una tecnología LED particularmente eficiente, la bluephase style produce menos calor que otras lámparas con la misma emisión de luz. Como resultado, **no es necesario un ventilador**. Así que podrá seguir trabajando incluso cuando utilice la lámpara para operaciones continuas en colocaciones intensivas de restauraciones indirectas.

El uso inalámbrico asegura una máxima movilidad en la Clínica Dental. La función comprobada **Click & Cure** permite evitar irritantes tiempos de espera en caso de que la batería se agote. Con un simple click usted podrá conectar la pieza de mano al cable de alimentación de la base de carga.

Rango de espectro



Fuente: B. Price, Dalhousie University Halifax, 2011

¹ Datos no son marcas registradas de la Vivadent AG.

² LED de segunda generación

³ LED de tercera generación



Así funciona: Gire la base de carga, retire el cable de conexión, guíelo a la pieza de mano y trabaje de manera habitual.

Funcionamiento sencillo
utilización con dos botones

Carga por inducción
Carga de la batería sin contactos

Base de carga con indicación de estado
El anillo deja de iluminarse cuando la batería está cargada



9.8. Anexo H: Ficha técnica lámpara Valo Grand



VALO™ GRAND LÁMPARA DE FOTOCURADO

ES

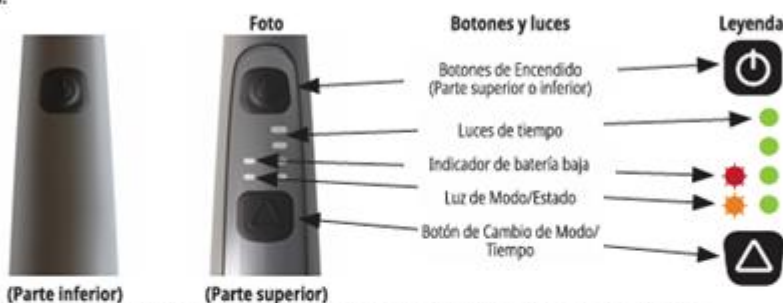
Descripción del producto

Con su espectro de banda ancha, VALO Grande está diseñada para polimerizar todos los productos fotopolimerizables en el rango de longitud de onda de 385-515 nm según ISO 10650. La lámpara de fotocurado VALO Grande utiliza pilas recargables y cargador de pilas Ultradent VALO. La lámpara de polimerización está diseñada para apoyarse en un soporte de la unidad dental estándar o se puede montar a medida utilizando el soporte incluido con el kit.

Componentes del producto VALO Grande:

- 1 - Lámpara de fotocurado VALO Grande
- 4 - Pilas recargables Ultradent VALO
- 1 - Cargador de batería Ultradent CALO con adaptador de corriente CA de 12VDC de grado médico
- 1 - Paquete de muestra de fundas de barrera VALO
- 1 - Protector de luz VALO Grande
- 1 - Soporte de montaje de superficie de lámpara de fotocurado con cinta adhesiva doble

Resumen de los controles:



Para todos los productos descritos, lea atentamente y comprenda todas las instrucciones y la información de la SDS antes de usar el producto.

Indicaciones de uso/Fin previsto

La fuente de iluminación para el fotocurado de materiales restauradores dentales y adhesivos fotoactivados.

Advertencias y precauciones

Grupo de riesgo 2

PRECAUCIÓN UV emitida por este producto. La exposición puede causar irritación de los ojos o la piel. Utilice una protección adecuada.

PRECAUCIÓN Radiación óptica posiblemente peligrosa emitida por este producto. No mire fijamente la lámpara durante su funcionamiento. Puede ser perjudicial para los ojos.

- NO mire directamente a la luz. El paciente, el médico y los asistentes siempre deben usar protección ocular UV de color ámbar cuando se utiliza la lámpara de fotocurado.
- Para evitar el riesgo de descarga eléctrica, no se permite ninguna modificación de este equipo. Utilice únicamente la fuente de alimentación y los adaptadores de enchufe Ultradent VALO incluidos. Si estos componentes están dañados, no los use y llame al Servicio de asistencia al cliente de Ultradent para pedir un reemplazo.
- Los equipos de comunicaciones de RF portátil pueden degradar el rendimiento si se usa a menos de 30 cm (12 in).
- Utilice únicamente accesorios, cables y fuentes de alimentación autorizados para evitar un funcionamiento inadecuado, aumentar las emisiones electromagnéticas o disminuir la inmunidad electromagnética (consulte la sección Emisiones electromagnéticas).
- Para evitar el riesgo de incendios eléctricos asociados con la manipulación de las pilas.
 - NO mezcle las pilas recargables con pilas no recargables u otros tipos de pilas.
 - NO intente cargar las pilas no recargables.
 - NO autoclave ni rocíe las pilas, los contactos de la pila, el cargador o el adaptador de alimentación de CA con ningún tipo de líquido. Si aparece corrosión en los contactos del cargador de pilas, llame al Servicio al cliente de Ultradent para pedir un reemplazo.
 - NO cargue las pilas alrededor de materiales inflamables.
 - NO mantenga el cargador en el quirófano clínico.
- Para evitar el riesgo de lesiones, NO use pilas corroídas (oxidadas), abolladas, que emitan olores o líquidos, que tengan una envoltura rota o no tengan envoltura, o que estén dañadas. Llame al Servicio al Cliente de Ultradent para pedir pilas de repuesto.
- Para evitar el riesgo de irritación o lesión térmica, evite los ciclos de curado de espalda con espalda y no exponga los tejidos blandos orales en las proximidades durante más de 10 segundos en cualquier modo. Si se requieren tiempos de fotocurado más largos, use ciclos de fotocurado más cortos o use un producto de fotocurado doble para evitar el calentamiento del tejido blando.
- Tenga cuidado al tratar a pacientes que sufran reacciones o sensibilidades fotobiológicas adversas, a pacientes que reciben tratamiento de quimioterapia o a pacientes tratados con medicamentos fotosensibilizantes.
- Esta unidad puede ser susceptible a campos magnéticos o de electricidad estática fuertes. Dicha exposición a estos campos de gran fuerza, podría alterar la programación de la lámpara. Si sospecha que esto ha ocurrido, desenchufe la unidad momentáneamente y luego vuelva a enchufarla a la toma de corriente.
- NO limpie la lámpara de fotocurado con limpiadores clásticos o abrasivos, autoclave, ni sumerja en ningún tipo de baño ultrasónico, desinfectante, solución limpiadora o líquido. El incumplimiento de las instrucciones de procesamiento incluidas puede hacer que la lámpara de fotocurado no funcione.

Guía rápida de modos:

Modo	Potencia Estándar 1000 mW/cm ²	Potencia Alta Plus 1600 mW/cm ²	Potencia Xtra 3200 mW/cm ²
Botón de encendido			
Luces LED de Modo/Tiempo			
Botones de tiempo			
Opciones de tiempo	5s 10s 15s 20s	1s 2s 3s 4s	Solo 3s
Para cambiar el tiempo	Presione y suelte el botón de tiempo rápidamente para recorrer las opciones de tiempo.		
Para cambiar el modo	Mantenga presionado el botón de tiempo durante 2 segundos y suéltelo. La lámpara de fotocurado pasará al siguiente modo.		
Leyenda	LEDs sólidos		LEDs parpadeantes

Guía rápida de fotocurado:

Tiempos de fotocurado recomendados para resultados óptimos con la lámpara de fotocurado			
Modo	Modo Estándar	Modo de Potencia Alta Plus	Modo de Potencia Xtra
Por capa	Un fotocurado de 10 segundos	Dos fotocurados de 4 segundos	Un fotocurado de 3 segundos
Fotocurado final	Dos fotocurados de 10 segundos	Tres fotocurados de 4 segundos	Dos fotocurados de 3 segundos

Nota: Es posible que los ajustes de exposición y los tiempos deban ajustarse debido a la reactividad del compuesto, la sombra, la distancia desde la lente de la luz al compuesto y la profundidad de la capa de compuesto. Es responsabilidad del profesional dental conocer el requisito del material que están utilizando para determinar el tiempo y la configuración adecuados.

Guía rápida de advertencias:

Advertencia de nivel de potencia	Advertencia de temperatura	Advertencia de servicio	Advertencia LED
Cambiar pilas	Dejar enfriar	Llame a Servicio de atención al cliente para su reparación	Llame a Servicio de atención al cliente para su reparación
<ul style="list-style-type: none"> Batería baja: parpadeo lento Apagado: 3 pitidos, parpadeo No permite el funcionamiento 	<ul style="list-style-type: none"> 3 pitidos Parpadeo lento No permite el funcionamiento 	<ul style="list-style-type: none"> Sin sonido Parpadeo cada 2 segundos Permite el funcionamiento 	<ul style="list-style-type: none"> 3 pitidos continuos Un parpadeo rápido No permite el funcionamiento

Mantenimiento

Reparaciones

Reparación realizada por el usuario

- De manera rutinaria, verifique la lente de la lámpara en busca de resinas curadas que puedan haberse adherido. Si fuera necesario, utilice un instrumento dental que no sea de diamante para eliminar cuidadosamente cualquier resina adherida.
- Los fotómetros difieren ampliamente entre sí y están diseñados para puntas guía de luz y lentes específicas. Ultradent recomienda verificar rutinariamente la salida en el modo de potencia estándar. NOTA: la salida numérica verdadera estará sesgada debido a la inexactitud de los medidores de luz comunes y el paquete de LED personalizado en la lámpara de fotocurado.

Reparación del fabricante

- Las reparaciones solo deben ser realizadas por personal de servicio autorizado. Ultradent proporciona al personal de servicio documentación para realizar reparaciones.

9.9. Anexo I: Ficha técnica resina Filtek Bulk Fill

Filtek Bulk Fill

(Resina para posteriores de colocación en bloque)



Descripción

Resina de nanotecnología para posteriores, con un relleno de monómeros moderadores del estrés de polimerización, que permite su colocación en bloque (incrementos de 5 mm, clase II / 4 mm clase I).

Es un composite fotoactivado que ha sido optimizado para crear restauraciones posteriores más sencillas y rápidas.

Ventajas

Rápido y fácil

Colocación en un solo paso (de hasta 5 mm, clase I)
Innovadores monómeros que disminuyen el estrés de polimerización

Excelente manipulación

Excelente manipulación y adaptación
Mayor manipulación que una resina de aplicación incremental

Brillo y resistencia

Su nanorelleno le otorga al composite una gran fuerza y resistencia al desgaste además de un excelente retención del pulido

Indicaciones de Uso

- Restauraciones posteriores directas (incluyendo superficies oclusales)
- Reconstrucción de muñones
- Ferulización
- Restauraciones indirectas incluyendo inlays, onlays

Instrucciones de Uso

Uso con sistemas adhesivo Single Bond 2 o Single Bond Universal.

Caries Classification	Increment Depth	All halogen lights (with output of 550-1000 mW/cm ²)	3M™ ESPE™ LED lights (with output 1000-2000 mW/cm ²)
Class I	4 mm	40 sec.	20 sec.
Class II	5 mm	20 sec. occlusal, 20 sec. buccal, 20 sec. lingual	10 sec. occlusal, 10 sec. buccal, 10 sec. lingual

Presentación

Jeringa de 4 g. color A2
Jeringa de 4 g. color A3
Jeringa de 4 g. color B1

9.10. Anexo J: Ficha técnica adhesivo Single Bond Universal

Single Bond Universal



■ Descripción

Single Bond Universal es un adhesivo fotopolimerizable de un componente, disponible en botella para la dosificación múltiple.

El adhesivo se utiliza dependiendo de la indicación:

- en el procedimiento «Self-Etch» (autograbado), para lograr un tiempo de tratamiento lo más corto posible y minimizar las sensibilidades postoperatorias.
- con grabado selectivo del esmalte, para maximizar la adherencia al esmalte dental y minimizar las sensibilidades postoperatorias.
- en el procedimiento «Total-Etch»(grabado total) con un paso previo de grabado con ácido fosfórico.

También sirve para cementar restauraciones indirectas en conjunto con RelyX Ultimate de 3M.

■ Ventajas

Capacidad de ser utilizado en cualquiera de las técnicas adhesivas, grabado total, grabado selectivo de esmalte o auto grabado.

Alta tolerancia a la humedad para permitir la unión constante a dentina grabada húmeda y seca, gracias a la presencia de Copolímero de Vitrebond.

Virtualmente no hay sensibilidad post-operatoria.

Actúa como acondicionador / adhesivo con capacidad para adherirse a sustratos indirectos (metales, óxido de zirconio, alúmina y cerámicas de vidrio) gracias a la presencia en su composición de MDP y Silano.

Nuevo formato tapa Flip Cap, de fácil apertura y cierre.

■ Indicaciones de Uso

Recomendaciones de uso bajo el composite:

Independiente si usted utiliza técnica de grabado total, de grabado selectivo de esmalte o técnica de autograbado; la técnica de colocación bajo el composite es la siguiente:

- Aplicar el adhesivo con el aplicador desechable cubriendo la superficie sustancia del diente y friccionar durante 20 segundos.
- Seguidamente soplar el líquido durante aprox. 5 segundos con aire suavemente, hasta que ya no se mueva y el disolvente se haya evaporado por completo.
- Polimerizar el adhesivo durante 10 segundos con una lámpara de fotocurado.

■ Presentación

Single Bond Universal: frasco de 5 ml

Single Bond Universal : frasco de 3 ml

9.11. Anexo K: Fichas de recolección de datos

GRUPO A1 – LED H Woodpecker

MUESTRA	GRADO 0	GRADO 1	GRADO 2	GRADO 3
1				X
2			X	
3				X
4		X		
5	X			
6				X
7		X		
8				X
9				X
10		X		

GRUPO A2 – Elipar DeepCure-L

MUESTRA	GRADO 0	GRADO 1	GRADO 2	GRADO 3
1		X		
2	X			
3				X
4	X			
5		X		
6				X
7				X
8		X		
9			X	
10		X		

GRUPO B1 – VALO

MUESTRA	GRADO 0	GRADO 1	GRADO 2	GRADO 3
1	X			
2	X			
3	X			
4		X		
5	X			
6		X		
7			X	
8	X			
9	X			
10	X			

GRUPO B2 – Bluephase Style M8

MUESTRA	GRADO 0	GRADO 1	GRADO 2	GRADO 3
1		X		
2		X		
3		X		
4		X		
5		X		
6				X
7	X			
8	X			
9	X			
10	X			

9.12. Anexo L: Fotografías



