



FACULTAD DE POSGRADOS

MICROFILTRACIÓN DE RESINA NANOHÍBRIDA FOTOPOLIMERIZADA CON  
DIFERENTES POTENCIAS DE RADIACIÓN

Autora

Karla Estefanía Beltrán Tatés

Año  
2019



**UNIVERSIDAD DE LAS AMÉRICAS  
FACULTAD DE POSGRADOS  
POSGRADO DE REHABILITACIÓN ORAL**

**MICROFILTRACIÓN DE RESINA NANOHÍBRIDA FOTOPOLIMERIZADA CON  
DIFERENTES POTENCIAS DE RADIACIÓN**

Trabajo de titulación presentado en conformidad con los requisitos establecidos  
para optar por el título de Rehabilitadora Oral

**Profesora guía:**

Dra. María Elena Flores Araque

**Autora:**

Karla Estefanía Beltrán Tatés

**Año**

**2019**

## DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

“Declaro haber dirigido el trabajo, **Microfiltración de resina nanohíbrida fotopolimerizada con diferentes potencias de radiación**, a través de reuniones periódicas con la estudiante **Karla Estefanía Beltrán Tatés**, en el semestre 2020-00, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”

-----  
Dra. María Elena Flores Araque

Doctora en Rehabilitación Oral

1713622676

## DECLARACIÓN PROFESOR CORRECTOR

“Declaro haber revisado este trabajo, **Microfiltración de resina nanohíbrida fotopolimerizada con diferentes potencias de radiación**, de **Karla Estefanía Beltrán Tatés**, en el semestre 2020-00, dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”

-----  
Dra. Eliana Haydee Aldás Fierro

Odontopediatría (USFQ)

Msc. Odontología Restauradora y Estética (UCE)

C.I. 1713108866

## **DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE**

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes.”

-----

Karla Estefanía Beltrán Tatés

Ci: 0401592753

## **AGRADECIMIENTOS**

De manera especial a Dios, a mis padres, mis sobrinos y hermanas quienes siempre me han dado un consejo para seguir adelante, a mis abuelos Carlos y Piedad que son un pilar fundamental.

## **DEDICATORIA**

A mi madre que es quien siempre me ha motivado a seguir adelante a mi padre, mis hermanas María José y María Fernanda, mis sobrinos por quienes me motivo día a día y a mis abuelos

## RESUMEN

**TEMA:** Microfiltración de resina nanohibrida fotopolimerizada con diferentes potencias de radiación

**Autor:** Karla Estefanía Beltrán Tatés

**Tutor:** Dra. María Elena Flores Araque

La microfiltración es la introducción no detectable de moléculas, fluidos y bacterias entre la unión del material restaurador con el diente. El objetivo de este estudio fue, comparar la microfiltración de resina nanohibrida fotopolimerizada con diferentes potencias de radiación. En este estudio se utilizaron 20 terceros molares, que se dividieron en dos grupos: el grupo A se procedió a realizar cavidades Clase I de Black, se las desinfectó con clorhexidina al 2%, se colocó ácido fosfórico al 35% 3M por 15 segundos y adhesivo single bond 3M secados con un chorro de aire de 2 a 5 segundos, luego se restauró con resina Z250 3M, se fotopolimerizó con una lámpara led Gnatus de 750mw/cm<sup>2</sup> de potencia de radiación por 10 segundos el adhesivo y fotopolimerización de 20 segundos para el bloque de resina Z250 y el grupo B en el cual los pasos son iguales al del grupo A pero se realizó la fotopolimerización del adhesivo y la resina con una lampara S.P.E.C 3 con una radiación 3200 mw/cm<sup>2</sup>, por 3 segundos cada uno de ellos por su potencia extra, después de restaurados los molares se sometió al termociclador a diferentes temperaturas cumpliendo así automáticamente, 1.000 ciclos cada 24 horas, para completar los 10.000 ciclos, que es similar a la temperatura en boca, para así luego observar la microfiltración en un estereoscopio. Se determinó mediante las pruebas de Pearson y Spearman que hubo un valor significativo, que fue de 4300,72um en el grupo B que fue fotopolimerizado por 3 segundos con la lámpara LED S.P.E.C 3 observando que produce menos microfiltración, acortando el tiempo de trabajo mientras que la lámpara LED Gnatus que fotopolimerizo en 20 segundos mostro valores mucho menores por lo tanto hubo mayor microfiltración.

**PALABRAS CLAVES:** MICROFILTRACIÓN / FOTOPOLIMERIZACIÓN / LÁMPARA LED/ ESTEREOSCOPIO

## **ABSTRACT**

**THEME: Microfiltration of photopolymerized nanohybrid resin with different radiation powers**

**Author:** Karla Estefanía Beltrán Tatés

**Tutor:** Dra. María Elena Flores Araque

The objectives of this study were to compare the photopolymerized 3M Z250 resin microfiltration with 2 types of Led lamps with different radiation power. We used 20 third molars, in each third molar we proceeded to perform Black's Class I cavities, we disinfected them with 2% chlorhexidine, we placed 3% 35% phosphoric acid for 15 seconds and 3M single bond adhesive dried with a jet of water. air of 2 to 5 seconds, then restored with 3M Z250 resin in 3mm block, photopolymerized with a Gnatus led lamp of 750mw / cm<sup>2</sup> radiation power for 10 seconds the adhesive and 20 seconds photopolymerization for the resin block Z250 3M and group B made up of 10 third molars, the steps for the second group are the same as group A, but the photopolymerization of the adhesive and resin was carried out with a SPEC 3 lamp with a radiation of 3200 mw / cm<sup>2</sup>, for 3 seconds each one of them for its extra power, after the molars were restored, the thermocycler was subjected to different temperatures of 5 °C (20s), 37 °C (20s) and 57 °C (20s), the samples remained 20 seconds in each of these temperatures, plus 10 seconds of transport between one temperature and another, thus automatically fulfilling, 1,000 cycles every 24 hours, to complete the 10,000 cycles, which completed the year that we need to simulate the temperature of the mouth, to then observe the microfiltration in a stereoscope. It was determined that the resin Z250 light-cured for 3 seconds with the LED lamp S.P.E.C 3 in its extra power produces less microfiltration and shortens the working time vs the Gnatus LED lamp that was light-cured in 20 seconds.

**KEY WORDS:** MICROFILTRATION / PHOTOPOLIMERIZATION / LED LAMP / STEREOSCOPE

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
	1.1 Justificación .....	3
<b>2</b>	<b>MARCO TEÓRICO:</b> .....	<b>4</b>
	2.1 Microfiltración. ....	4
	2.2 Historia de las resinas: .....	5
	2.3 Resinas compuestas .....	6
	2.3.1 Resinas de Nanorelleno.....	7
	2.3.2 Resinas Nanohíbridas .....	7
	2.4 Fotopolimerización: .....	8
	2.4.1 Factores que intervienen en la fotopolimerización .....	9
	2.4.2 Factor C .....	9
	2.5 Historia de las lámparas .....	10
<b>3</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>20</b>
	3.1 Objetivos General: .....	20
	3.2 Objetivos Específicos: .....	20
	3.3 Hipótesis.....	20
<b>4</b>	<b>METODOLOGÍA</b> .....	<b>21</b>
	4.1 Tipo de estudio .....	21
	4.2 Universo de la muestra:.....	21
	4.2.1 Criterios de inclusión:.....	21
	4.2.2 Criterios de exclusión:.....	21
	4.3 Operacionalización de variables:.....	22
<b>5</b>	<b>DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO</b> .....	<b>24</b>
<b>6</b>	<b>DISCUSIÓN</b> .....	<b>32</b>

<b>7</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>35</b>
	<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>37</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Variables Dependientes .....	22
Tabla 2 Variables Independientes .....	23
Tabla 3 Pruebas de normalidad .....	27
Tabla 4. Prueba de correlación de Spearman y Pearson .....	29
Tabla 5 Prueba de normalidad .....	30
Tabla 6 Rangos .....	31
Tabla 7. Estadísticos de prueba .....	31

## ÍNDICE FIGURAS

Figura 1. 20 Terceros molares extraídos.....	25
Figura 2: Lima con la medida de la apertura .....	25
Figura 3. Piezas en azul de metileno .....	26
Figura 4: Endoblock con lima medida .....	26
Figura 5: Terceros molares con apertura realizada.....	26
Figura 6. Microfiltración del Led 1. ....	28
Figura 7. Migrofiltración del Led 2. ....	28

# 1 INTRODUCCIÓN

**Planteamiento del problema:** La odontología restaurativa busca mejorar notablemente la estética y la función de las resinas, por lo tanto, la microfiltración es un tema muy amplio y se define como la fuga de pequeñas cantidades de fluidos salivales y microorganismos, entre una restauración y la superficie dental adyacente (Ixta et al. 2017).

Con la modificación de las resinas compuestas y los adelantos a lo largo de su historia, se han efectuado varios cambios para corregir sus deficiencias, aun con los avances y mejoras continuas estas presentan algunas dudas entre ellas: el cómo va afectando los diversos tipos de luz se aplica, entre estas también se encuentran el proceso adhesivo que se realice (Parra & Garzón, 2012). La aplicación de resina se realizaba en incrementos no mayores a dos milímetros sin embargo menciona (Kogan, et al 2016), que si se realizaba de esa forma puede existir atrapamiento de aire, contaminación y por lo tanto, una posibilidad de insuficiente polimerización.

Canales & Bustamante,(2011) hacen referencia, que al emplear lámparas de luz halógena para fotocurar resina, independientemente de las marcas y potencias de estas, su uso a largo plazo genera un desgaste de las lámparas y por ende se va a perder la intensidad de la luz, y el efecto de la fotoactivación ira disminuyendo, lo que produce mayor riesgo de microfiltración.

Hay que recalcar que es de gran importancia que los tratamientos de resinas compuestas tienen un procedimiento diferente a las amalgamas, en el cual los biomateriales de restauración cumplen un papel muy importante para obtener óptimos resultados es así; como cada tipo de resina utilizada para una restauración tiene sus propios procedimientos, manipulación, características, cantidad, tiempos de preparación, fotoactivación que no deben ser aumentados, para evitar de esta manera, cualquier dificultad posterior como microfiltración, caries o restauraciones sobrecontorneadas (Valverde & Quispe, 2013).

De acuerdo con el descubrimiento y resurgimiento de los sistemas de luz halógena, esta presenta la característica de poder fotopolimerizar a la resina compuesta en áreas muy retentivas, porque la radiación puede ser transmitida a través del diente y sus partes como son esmalte y dentina, aunque con una cantidad mínima de pérdida de intensidad (Carrillo & Monroy, 2009). La aplicación de resina se realizaba en incrementos no mayores a dos milímetros sin embargo menciona (Kogan, et al 2016), que si se realizaba de esa forma puede existir atrapamiento de aire, contaminación y por lo tanto, una posibilidad de insuficiente polimerización.

Los nuevos sistemas de resinas, en este caso, fue utilizada la nanohibrida Z250 aplica la resina en masa, de cuatro a cinco milímetros, en bloque y teniendo en cuenta características importantes, que debe tener una buena fuente de luz, longitud de onda y tiempo de exposición y así se comprobará que la colocación de resina y la manera de fotocurar si van a afectar al nivel de microfiltración

## 1.1 Justificación

Este estudio se realiza porque con el avance tecnológico se encuentran muchos tipos de resinas entre ellas compuestas, híbridas, nanohíbridas y también muchos tipos de lámparas, como de primera, de segunda y tercera generación en las cuales se encontrarán ventajas y desventajas; encontrando en el mercado una gran variedad, de costos y beneficios tanto para el odontólogo como para el paciente.

El presente estudio se enfoca en reducir el grado de microfiltración por medio de lámparas Led de tercera generación, porque estas van a reducir el tiempo de fotocurado y tiempo de trabajo para el paciente y para el odontólogo. (Mallat, 2018) menciona, que las lámparas de tercera generación sí consiguen cubrir todos los fotoiniciadores, por lo que no tendrán problemas para fotopolimerizar cualquier resina independientemente del fotoiniciador que lleve, en este estudio se realizó la fotopolimerización con una lámpara S.P.E.C 3 de tercera generación la cual por su nivel de potencia y radiación solo necesito 3 segundos de activación y también se usó otra lámpara de segunda generación Gnatus de 1500mw/cm<sup>2</sup> de potencia, demostrando que las lámparas de tercera generación tienen más eficacia, y se aplicaran en este estudio.

Se han realizado diversos estudios sobre microfiltración, con diferentes variables utilizando diferentes tipos de adhesivos, resinas y técnicas y si bien es cierto algunas de estas variables reducen el grado de microfiltración, pero no la eliminan, permitiendo el paso de bacterias, salivas e iones de la cavidad bucal a la estructura dentaria. (Gil, 2013)

Los beneficios que aportó esta investigación, es sobre que técnicas se pueden utilizar, para reducir el grado de microfiltración; que lámparas usar en el momento que estemos realizando cualquier tipo de restauración, sabiendo que el beneficio será también para los pacientes que obtendrán restauraciones estéticas, funcionales y longevas, disminuyendo riesgos de contaminación.

## 2 MARCO TEÓRICO:

La odontología ha venido buscando realizar tratamientos mínimamente invasivos por lo cual, una de las mejores alternativas estéticas es realizar restauraciones con composite para conservar la estructura anatómica, sin embargo, algunas veces se presentan factores que hacen fracasar la rehabilitación completa, como es la microfiltración y esto se da por el mal uso o la mala elección del material y de la fotoactivación de las misma.

### 2.1 Microfiltración.

La microfiltración dental es la introducción no detectable clínicamente, y observable con microscopios especiales de moléculas, fluidos y bacterias entre la unión del material restaurador con el diente a lo largo de cualquier interfase entre la superficie dentaria, esta debería ser considerada como un potencial factor etiológico en el fracaso de los tratamientos dentales (Herrera et al. 2016). La contracción causa la separación del material de la estructura dental, precipitando las secuelas clínicas y radiográficas, incluidas la tinción marginal y la formación de micro-huecos. Este proceso, a su vez, permite el ingreso de bacterias con caries recurrentes, sensibilidad, posible inflamación de la pulpa y, finalmente, la eliminación de la restauración (Kalmowickz, et al 2015).

Uno de los propósitos de una restauración dental, es evitar la microfiltración, ya que formará un sello para evitar contaminación con los fluidos orales. La microfiltración ocurre en todas las restauraciones dentales y se ha definido como la invasión indetectable de moléculas y bacterias entre las paredes dentales y la resina; Este proceso potencialmente destructivo está asociado con varios factores limitantes, incluido el componente del material (agregados de tamaño / forma de partículas de relleno y carga de resina) y factores físicos como: contracción volumétrica y postpolimerización, módulo de elasticidad, expansión térmica; métodos de polimerización; parámetros de diseño de la preparación de la cavidad y el factor de configuración, o " factor C " (Kalmowickz. et al 2015).

La disminución del volumen de la resina compuesta polimerizada y rígida hace que se creen tensiones internas dentro de la restauración, que pueden causar la desadaptación o microfiltración de la interfase, la formación de espacios vacíos, la fractura cohesiva de la resina compuesta o del diente; que conllevan a márgenes imperfectos, restauraciones sobrecontorneadas y a la penetración de las bacterias (Ramírez, et al. 2009). Otro de los factores predisponentes que ocurren con la microfiltración en los bordes de las resinas compuestas es la contracción de polimerización que ocurre cuando los monómeros de la matriz se entrecruzan para formar una malla de polímero (Ramírez, et al 2009).

Al conocer el concepto de sellado marginal de los materiales restauradores definitivos, esto evitará la sensibilidad dentinaria postoperatoria, las patologías pulpares y las fracturas dentales, aumentando la perdurabilidad del elemento restaurador. (Gil, et al 2013)

Durante la polimerización de las resinas compuestas, sus moléculas se acercan y se unen; transformándose en monómeros de cadenas poliméricas que sustituyen los espacios de van der Waals por uniones covalentes, lo que en la práctica representa una disminución de volumen de la resina compuesta (Hirata, 2011).

## **2.2 Historia de las resinas:**

La aparición de los composites dentales se dio al finalizar los años 50 y principios de los 60, la palabra "composite" era todavía nueva en odontología. Su predecesor, era llamado "reforzado", hasta crearse el nombre de resina (Jacobsohn, et al 2013). En aquella época, el único material usado para restauraciones estéticas fueron los silicatos, los cuales a pesar de tener un color similar al de los dientes presentaban grandes desventajas, sufriendo gran desgaste al poco tiempo de ser colocados.

Con el paso del tiempo, más o menos al final de los años 40 los silicatos reemplazaron a las resinas acrílicas de polimetilmetacrilato de metilo; las nuevas resinas que se crearon tenían mucha similitud en aspectos morfológicos y estéticos al diente natural; al igual que este, eran insolubles a los fluidos orales. Su gran ventaja era y aún sigue siendo su manipulación y el bajo costo, pero la desventaja que presentan este tipo de resinas es su desgaste y la fotopolimerización que necesita ya que emplea más tiempo, y el material debe ser colocado en capas por lo tanto causa microfiltración en toda la cavidad y filtración marginal (Rodríguez & Pereira, 2007).

La característica principal que presentan estas resinas, era la matriz de Bisfenol A- Glicidil Metacrilato y el agente que se va a adaptar que es el silano, que se ve entre la matriz del material resinoso y las partículas de relleno. Cuando ya se descubrió las resinas compuestas fueron evolucionando cada vez más, se realizándose varias investigaciones las cuales disminuyeron defectos fijándose más en el factor para resolver la contracción de polimerización y el estrés asociado a esta. Las resinas compuestas y las nuevas generaciones se dieron a conocer por el Dr. Ray. L. Bowen que fue un gran investigador y reconocido en 1962 (Kalmowickz, et al. 2015).

Según González, et al (2017) mencionan; que la íntegra polimerización del material está determinada por el grado de conversión de monómero a polímero, indicando la cantidad de grupos metacrilato que han reaccionado entre sí mediante un proceso de conversión.

### **2.3 Resinas compuestas**

Según Rodriguez & Pereira, (2010), Las resinas compuestas dentales, son una mezcla compleja de resinas polimerizables mezcladas con partículas de rellenos inorgánicos. Para unir las partículas de relleno a la matriz plástica de resina, es recubierto con silano, un agente de conexión o acoplamiento.

En primer lugar, las resinas compuestas se usaban solo para la restauración estética del sector anterior. Después y gracias a los avances de los materiales, la indicación se extendió también al sector posterior. Entre las ventajas de las resinas compuestas, se reconocen mejoras en sus propiedades tales como la resistencia al desgaste, manipulación y estética (Rodríguez & Pereira, 2010).

A través de la combinación de materiales, los composites se diseñan para tener las ventajas de los componentes principales de las resinas mientras que reducen las desventajas respectivas. Las resinas compuestas se componen de un fill, inorgánico (Schricker 2017).

### **2.3.1 Resinas de Nanorelleno**

La aplicación de la nanotecnología en las resinas compuestas ayuda a mantener su resistencia al desgaste, además de sus propiedades físicas, siendo similares a las de las resinas híbridas, ofrecen también pulido superior y alta translucidez como las resinas de microrelleno por lo que están indicadas para aplicarse en el sector anterior y posterior (Rodríguez G & Pereira, 2010).

### **2.3.2 Resinas Nanohíbridas**

La resina compuesta nanohíbrida es un material restaurador de uso general en odontología práctica, debido a sus ventajas sobre otros tipos de resina. (Putri, Endang, & Munyati, 2018) mencionan que la retención de esta resina es más fuerte por el tipo de sistema de unión que este proporciona; sin embargo, siempre tiene que ver con el sistema de adhesión que se use.

El compuesto de resina nanohíbrida es un nuevo material restaurador que combina propiedades físicas, mecánicas y estéticas, que incorpora una fracción de alto volumen de partículas de relleno, con una amplia distribución de tamaño de partículas (5-100 nm) (Putri, Endang, & Munyati, 2018). La resistencia a la compresión, y la resistencia a la fractura del compuesto de resina nanohíbrida

son equivalentes o superiores a las de otros compuestos (compuesto de resina híbrida, microhíbrida y de resina microfilada) Putri, Endang, & Munyati (2018).  
Valores

## **2.4 Fotopolimerización:**

La fotopolimerización es un proceso complejo que es influenciada por múltiples factores, incluyendo las características del sustrato, la técnica de aplicación del operador, y las propiedades que tenga la lámpara y con la cual se aplicará la luz (Vandewalle, et. al, 2005).

Existen algunos puntos de vista según algunos autores, sin embargo, siempre se va a tomar en cuenta los factores que intervienen en las propiedades de los materiales adhesivos y así las características finales de la capa de adhesivo y la estabilidad de la interfaz de resina-dentina.

La mayoría de las investigaciones dentales se realizan en condiciones ideales con la luz de curado fijada ligeramente por encima de la pieza dental, sin embargo, esto no ocurre clínicamente y la distancia real entre la lámpara y el material es muy importante, tanto en la investigación, como en el momento de usar frente a un paciente, ya que la radiación recibida puede ser muy diferente a medida que aumenta la distancia desde la punta de la luz a la pieza restaurada que se vaya a fotopolimerizar. (Cadenaro, et al. 2018).

La polimerización de las resinas es un conjunto de reacciones químicas de los monómeros que conforman la matriz, dando como resultado una molécula de mayor peso denominada polímero, produciéndose así el endurecimiento o contracción de las resinas (Gil et al. 2013).

### 2.4.1 Factores que intervienen en la fotopolimerización

Los factores que hacen que se produzca aumento de temperatura durante el proceso de fotopolimerización incluyen: el tipo de lámpara, la intensidad de la luz, el tiempo de curado, la técnica utilizada, el tipo de resina compuesta, la cantidad de resina, el grosor del remanente dentinario y la presencia de capas de protección dentino-pulpar Járquin Hernández & Bonilla, (2016).

### 2.4.2 Factor C

Al hablar acerca del factor C o factor de configuración, se trata acerca de un número de superficies adheridas y no adheridas en una cavidad preparada, se divide por la cantidad de paredes, y se podrá observar la adhesión por la cantidad de las paredes libres. Para tener más claro el concepto, será más fácil realizar una fórmula, la cual se tendrá presente al realizar una obturación con resina:

$$\text{Factor C} = \frac{\text{superficie adherida}}{\text{superficie libre}}$$

Según, Cedillo, (2010) menciona que cuando ya se proceda a realizar la obturación final es de gran importancia cómo colocar y fotoactivar las resinas, de acuerdo con las paredes que rodean la cavidad Feilzer y cols, mencionan que el factor de configuración es “la relación proporcional que existe entre las superficies adheridas y las que no se adhieren cuando el material restaurador es colocado en la preparación cavitaria” Ortiz & Masafierro (2014).

El estrés que se da por la contracción se dará por el número de superficies adheridas ya que, si son menores el número de estas, existirá menos problemas y por lo tanto existirá menor efecto de estrés, y también de cavidades clase 1 donde existe mayor microfiltración y mayor estrés ya que entre más grande sea la cavidad permitirá disipar tensiones hacia superficies libres. Si los factores antes mencionados no son correctamente manejados, se podrían producir problemas en la restauración Ortiz & Masafierro (2014).

## 2.5 Historia de las lámparas

Las lámparas de fotocurado o fotopolimerización hicieron su aparición principios de los años setenta, al mismo tiempo que las resinas compuestas fotopolimerizables de partículas medianas, inicialmente emitían nada más rayos ultravioletas (no visibles), posteriormente fueron reemplazadas por sistemas actuales de luz azul visible (Gil, Ojeda Montenegro, & Álvarez Rodríguez 2016).

Por tal motivo, surgieron nuevas lámparas con fuentes de luz de arco de plasma, láser, halógena y LED, estas dos últimas son las más utilizadas por los centros odontológicos. Estudios de similares características, en los que se evaluó la intensidad de la luz mostraron que las lámparas de fotocurado no eran adecuadas para la fotopolimerización. (Rueggeberg et al. 2017).

Por las razones ya analizadas, los materiales dentales en los que se aprovechan las reacciones de polimerización vinílica fotoactivada incluyen compuestos como la canforquinona u otros. Estas sustancias pueden absorber una luz azul y, a veces en presencia de otras sustancias (aminas), pueden desencadenar esas reacciones que producen la transformación del material (Rueggeberg et al. 2017).

Como resultado de una búsqueda para mejorar la calidad de fotocurado de las resinas (material representativo de la odontología adhesiva), las lámparas de fotocurado evolucionaron, cambiando su potencia de polimerización, espectro de luz e incluso su forma ergonómica (Manuel, Gil, Montenegro, & Li, 2016).

Antes de la aparición de materiales de resinas y materiales fotopolimerizables se utilizaban dos componentes, los cuales una vez mezclados, polimerizaban mediante una reacción química de autocurado; sin la necesidad de luz Espinoza & Bustamante, (2012).

A partir de estos productos que no necesitaban fotopolimerización, se trató de resolver los problemas de activación química de las resinas compuestas, se despliega en los comienzos de los años 70 un sistema de pasta única con un iniciador fotosensible en conjunto con una luz activadora, que no necesitaban la mezcla eliminando sus inconvenientes; y a estos se los denominó, resinas compuestas fotopolimerizables. El elemento fotoiniciador de la reacción de polimerización más comúnmente utilizado en las resinas compuestas, es la Canforquinona (CQ) la cual, va a absorber energía en un espectro de luz visible entre 400 y 500nm, con un peak ideal de 468nm Espinoza & Bustamante, (2012).

Dentro del espectro de energía electromagnética, se encuentra una zona denominada luz visible, que abarca aproximadamente entre los 400 y 700 nm y a la cual el ojo humano es sensible Espinoza & Bustamante, (2012).

El descubrimiento de la radiación ultravioleta está asociado a la experimentación del oscurecimiento de las sales de plata al ser expuestas a la luz solar. En 1801, el físico alemán Johann Wilhelm Ritter descubrió que los rayos invisibles situados justo detrás del extremo violeta del espectro visible eran especialmente efectivos y oscurecían el papel impregnado con cloruro de plata Panov & Barisova, (2015).

Denominó a estos rayos, "rayos desoxidantes", para enfatizar su reactividad química y para distinguirlos de los "rayos calóricos" (descubiertos por William Herschel) que se encontraban al otro lado del espectro visible. Poco después se adoptó el término "rayos químicos". Estos dos términos, "rayos calóricos" y "rayos químicos" permanecieron siendo bastante populares a lo largo del siglo XIX. Finalmente, estos términos fueron dando paso a los más modernos de radiación infrarroja y ultravioleta respectivamente Panov & Barisova, (2015).

Las lámparas de fotocurado aparecieron hace más de treinta años, éstas emitían una luz ultravioleta, su uso fue discontinuado porque requerían bastante tiempo de polimerización lo que causaba daños en la dentina y alteraban la microflora de la cavidad. Por tal motivo, surgieron nuevas lámparas con fuentes de luz de

arco de plasma, láser, halógena y LED, estas dos últimas son las más utilizadas por los centros odontológicos de este estudio con un porcentaje de 59% y 41%, respectivamente Panov & Barisova, (2015).

### **Tipos de lámparas:**

La fuente de luz para la polimerización de resinas compuestas está disponible en cuatro tipos: cuarzo-tungsteno-halógeno (QTH), diodo emisor de luz (LED), curado por arco de plasma (PAC) y láser de argón. Baharan Ranjbar et al. (2018).

Las lámparas de curado basadas en halógenos tienen varias limitaciones. Una de las principales desventajas de estas lámparas es el alto consumo de energía. Solo el 1% de la energía consumida por estos dispositivos se convierte en luz y casi toda la energía restante se convierte en calor. El calor generado por estas lámparas debe eliminarse, y esto requiere costosos filtros térmicos Baharan Ranjbar et al. (2018).

### **Lámpara cuarzo- tungsteno- halógeno:**

Al referirnos a este tipo de lámpara menciona la literatura que se trata de una lámpara que genera luz a través de una bombilla halógena que alcanza una intensidad de 400 a 700 mw/cm<sup>2</sup>. La luz que presentan este tipo de lámparas es de color blanco, porque lo que es necesario, la presencia de un filtro para que la luz azul pueda llegar a la punta de la lámpara Khodadadi et al. (2014)

Hablando de comparación sobre la intensidad de luz del LED anterior que habrá sido de aproximadamente 300 mw / cm<sup>2</sup>, pero a diferencia de las lámparas LED de cuarzo – tungsteno- halógeno tienen una alta intensidad de luz Khodadadi et al. (2014)

Los LED necesitan un menor consumo de energía en comparación con QTH y no necesitan ninguna parte de refrigeración externa, tiene una vida útil de mil

horas sin disminuir la intensidad de la luz, existen unidades más pequeñas, modo inalámbrico y que producen menos calor Khodadadi et al. (2014)

Según las ventajas mencionadas, hoy en día las unidades de fotopolimerización LED son ampliamente aceptadas. Hay varios métodos para evaluar la dureza de la resina compuesta y el más común es el dispositivo de microdureza Vickers, que es un método indirecto para determinar el grado de conversión de monómeros y la polimerización compuesta Khodadadi et al. (2014)

### **La luz ultravioleta:**

Es una de las primeras fuentes lumínicas, su uso en odontología para la fotoactivación de resinas se da a partir de la década de los 70 se reemplazó apresuradamente por otros sistemas debido a su falta capacidad de penetración, lentitud de fotoactivación y riesgo de dermatosis o lesión ocular ante exposiciones prolongadas Yoshino & Yoshida, (2018).

Entonces a partir de mediados de los 80 y hasta mitad de los 90, la lámpara halógena fue la fuente de luz más utilizada en odontología, que no tuvo muchos cambios para su uso, y se la uso por un largo periodo, ya que los principales esfuerzos científicos se encaminaron hacia la mejora de la polimerización mediante el desarrollo y la evolución de la composición química de los materiales fotocurables Yoshino & Yoshida, (2018).

La luz visible por lo general se define como las longitudes de onda en un intervalo corto, de 400 a 700nm/cm<sup>2</sup>. La luz azul tiene una onda de longitud corta, diferente a todos los tipos de luces, en consecuencia, los fotones azules tienen una mayor energía que los fotones con largas longitudes de onda, la alta susceptibilidad de la retina y los daños causados por la luz ultravioleta han demostrado que podrían causar graves consecuencias, por lo cual es importante bloquear los rayos UV y a la luz azul de entrar en los ojos con el fin de proteger a la retina. Yoshino & Yoshida, (2018).

**La luz halógena convencional** Son lámparas de tipo incandescente, es decir su luz es emitida por un filamento puesto en incandescencia por el paso de corriente. En el interior de su ampolla de vidrio existe una atmósfera gaseosa de halógeno) cuya función es evitar que el filamento incandescente se quemara Lafuente, Blanco & Brenes, (2005).

De esta manera genera una luz blanca intensa, que debe ser filtrada mediante la interposición de un filtro óptico que permita obtener una luz azul con el rango de longitud de onda eficiente para la foto - activación de las canforquinonas y que sea capaz de eliminar la emisión de fotones de longitud de onda no útil para la activación del citado fotoiniciador, que además puede provocar sobrecalentamiento del diente durante la polimerización Blanco & Brenes, (2005).

Estas lámparas producían luz blanca y para producir luz de una longitud de onda específica, esta debía ser filtrada, como resultado gran parte de esta radiación se desperdiciaba, este fue el problema principal de estos dispositivos, la necesidad de liberar la energía no útil producida. Debían disponer de sistemas de ventilación para compensar la temperatura, el desperdicio de energía en forma de calor hizo que la capacidad y durabilidad de los dispositivos se viera reducido, otro problema que presentaban estas lámparas era que el productor de luz, el reflector y el filtro se degradan con el tiempo Yoshino & Yoshida, (2018).

**Lámpara de plasma:** Su uso en Odontología ha sido relativamente reciente, son lámparas de arco, es decir, emiten la luz mediante una descarga eléctrica en forma de arco voltaico entre dos electrodos de tungsteno separados a una determinada distancia. En el interior de la lámpara existe gas xenón a elevada presión, que evita la evaporación de los electrodos Lafuente, Blanco & Brenes, (2005).

Cuando se aplica un alto voltaje a través de los electrodos, se forma una chispa, que produce una tremenda cantidad de radiación electromagnética en un amplio

rango espectral: desde infrarrojos hasta UV de longitud de onda corta debido a la gran cantidad de radiación emitida que cae fuera de los estrechos límites necesarios para el fotocurado dental, se requiere una cantidad sustancial de filtrado en estas luces, por lo tanto lo que parece ser una guía de luz de fibra óptica que transfiere luz desde la fuente en la unidad de la mesa al objetivo intraoral, en realidad no es más que un filtro óptico de 3 pies de largo Chaple Gil, Ojeda Montenegro, & Álvarez Rodríguez (2016).

Dentro de este cable hay un líquido especial que ayuda a reducir aún más la radiación IR, UV y visible no deseada. Sin una electrónica sofisticada, la emisión de estas luces solo se generará durante esta "fase de chispa", que dura solo unos pocos segundos, de lo contrario se produciría un daño permanente a la bombilla Chaple Gil, Ojeda Montenegro, & Álvarez Rodríguez (2016).

**Lámparas LED:** Las siglas en inglés significan Light Emitting Diode y aunque hay evidencias de que estas lámparas salieron al mercado en 1995, no fue hasta inicios del siglo XXI que se globalizó su mercadería por todo el planeta Chaple Gil, Ojeda Montenegro, & Álvarez Rodríguez (2016).

Estos dispositivos generaron luz a partir de efectos mecánico-cuánticos. Son una combinación de dos semiconductores diferentes del tipo, los semiconductores n-estimulados tienen un exceso de electrones mientras que los p-estimulados requieren electrones, resultando en la formación de espacios libres de electrones Chaple Gil, Ojeda Montenegro, & Álvarez Rodríguez (2016).

Cuando estos dos tipos de semiconductores se combinan con un voltaje, los electrones del semiconductor n-estimulado se conectan con los espacios libres de electrones creados por el semiconductor p-estimulado. El color de la luz LED fue la característica más importante. Estaba determinada por la composición química de la combinación de semiconductores. Estos semiconductores estaban a su vez condicionados por su ancho de banda Chaple Gil, Ojeda Montenegro, & Álvarez Rodríguez (2016).

En contraste con las LED convencionales, las LED de alta intensidad usarán un semiconductor cristalino sustancialmente más largo, lo que incrementa la intensidad de luz y el área iluminada, estableciendo una disminución de 50% de reducción del tiempo de exposición. El calor producido se disipaba mediante un dispositivo de aluminio integrado. La alta conductividad de este material aseguraba una baja temperatura mantenida, durante una operación mantenida, protegiendo la longevidad de la lámpara. Chaple Gil, Ojeda Montenegro, & Álvarez Rodríguez (2016).

La luz azul fue introducida por primera vez en 1970 para superar las complicaciones de compuestos dentales de curado químico las propiedades físicas mejoradas, estéticas y operador dependiente sobre el tiempo de trabajo son algunas de las ventajas de materiales de restauración de curación por luz en comparación con los materiales de curación química. Chaple Gil, Ojeda Montenegro, & Álvarez Rodríguez (2016).

En la diaria práctica clínica las luces halógenas y unidades led son las más frecuentemente usadas. Las lámparas halógenas a pesar de tener un bajo costo y tener espectro de emisión ancha el cual permite polimerización completa de materiales compuestos de resina, pero existen varios estudios han puntuado que existe falta de mantenimiento de estas luces halógenas lo cual restringe más su uso por los médicos. El promedio de vida de una lámpara halógena convencional es entre 30-50 horas. Hasham, Faiza, & Abdur, (2018).

Estas limitaciones podrían afectar negativamente el éxito a largo plazo de la restauración debida a polimerización inadecuada del material. En 2001 para superar las limitaciones de luz halógena de tungsteno de cuarzo, la primera unidad de curación LED fue introducida. El mecanismo envuelto en unidades led es la combinación de dos diferentes semiconductores dopados en lugar de un filamento caliente. Hasham, Faiza, & Abdur, (2018).

Hasta ahora 2 generaciones de LEDS han sido introducidas, estas fueron múltiples LEDS en la primera generación de unidades de curación LED. De acuerdo con el autor estas unidades tienen valor de irradiaciones similares a aquellos recursos de luz convencionales. La segunda generación de LCUS tienen diodos de emisión de luz con gran poder. La segunda generación de LEDS ofrece tiempos de curación cortos y realizan mejor operación de trabajo comparado a la primera generación. Hasham, Faiza, & Abdur, (2018).

Ambas luces son capaces de fotopolimerizar resinas compuestas de curado. De cualquier forma, en la actuación de resinas curadas algunas diferencias han sido observadas. Además, la adecuada asociación ha sido observada entre el grado de polimerización, los materiales compuestos y el tiempo de curación. Hasham, Faiza, & Abdur, (2018).

### **Lámpara spec 3:**

La lámpara de polimerización S.P.E.C. 3 define el rendimiento sin riesgos. El tiempo en consulta se puede reducir de forma eficaz gracias a la polimerización rápida y completa de los materiales fotopolimerizables. El cuerpo de aluminio sellado garantiza la desinfección rápida y sencilla entre paciente y paciente. La potente batería de polímeros de litio ofrece suficiente capacidad de almacenamiento para realizar más de 300 fraguados de 10 segundos entre las recargas. COLTENE S.P.E.C. 3 cuenta con múltiples programas de fraguado para una máxima funcionalidad en cualquier situación clínica. © 2019 COLTENE.

Esta lámpara presenta múltiples modos:

**Modo Standard:** Ideal para la mayoría de las situaciones de fraguado de composite.

**Modo 3K:** Para el fraguado rápido cuando no hay mucho tiempo, como pacientes infantiles o con reflejo nauseoso.

**Modo Ortho:** Fragua un arco completo de brackets con dos intervalos de 2 segundos por bracket

- Cura a una profundidad de 2 mm en un segundo
- Tres modos de potencia definidos
- Diseño ergonómico ligero

La lámpara S.P.E.C. 3 presenta mayor promedio de temperaturas en casi todas las mediciones, excepto en la tercera toma, donde emite 29.84°C, siendo su menor valor, mientras que la VALO promedia en esa medición 31,17°C. Cabe destacar que la S.P.E.C. 3 polimeriza los materiales en tan solo 15 segundos, a diferencia de VALO, que tarda 5 segundos más; aun así, produce más calor en la mayoría de las pruebas. Espinoza Canelas & Bustamante Maldonado, (2011)

### **Lampara Gnatus:**

El fotopolimerizador es la más reciente generación de los aparatos de fotoactivación por luz LED. Esta sigla es el acrónimo para Light Emitting Diode, una forma totalmente diferente de emitir luz, cuando es comparada con los aparatos convencionales de luz halógena. Graciano et al. (2012).

Al contrario, de los aparatos tradicionales que generan luz en un ancho espectro de onda y con mucho calor, esta tecnología permite emitir una luz fría, con una longitud de onda precisa para la activación de los diversos productos odontológicos donde son aplicados. Graciano et al. (2012).

La tecnología LED, recientemente introducida en la Odontología, trajo numerosas ventajas a los aparatos de fotocurado para las restauraciones directas en resina compuesta. Además de ser infinitamente más durables, los LEDs se convirtieron en los aparatos más compactos, ergonómicos y de fácil instalación y transporte. Graciano et al. (2012).

La emisión de luz fría y la longitud de ondas de forma precisa garantizan el fotocurado seguro de compuestos activados por la canforoquinona, sin riesgos de calentamiento dental, lesiones de pulpas o incomodidad para el operador y pacientes. La seguridad y eficiencia de los LEDs, ahora con alta energía de

emisión, están disponibles en todos los procedimientos clínicos que necesitan e potencia de luz para la fotoactivación. Graciano et al. (2012).

### **Radiómetro:**

Según Espinoza Canelas & Bustamante Maldonado, (2011). Para poder controlar la eficacia de las lámparas de fotocurado, existen los radiómetros. Estos aparatos constan de un fotodiodo que, al recibir la luz, genera un milivoltaje. El fotodiodo es sensible a la luz azul, que es la que es capaz de excitar las moléculas de canforoquinona (CQ). Por lo tanto, un radiómetro para lámparas de polimerizar medirá la intensidad de luz azul (400 – 500nm) emitida por ellas.

Es un medidor calibrado para lámparas LED, registra la intensidad de la luz azul visible de la lámpara de polimerización de entre (0 a 2000 mw/cm<sup>2</sup>) solo mide la “energía útil “en la gama de espectro visible de la lámpara de polimerización entre (400 a 500 nm), sin necesidad de utilizar baterías, ya que es impulsado por la propia luz emitida por las lámparas. Espinoza Canelas & Bustamante Maldonado, (2011)

Se ha constatado que los distintos radiómetros dan lecturas diferentes para una misma lámpara y guía. Una causa puede estar en que la ventana de lectura sea de distinto diámetro que la guía (recordemos que la intensidad se mide en mW/cm<sup>2</sup>). Así, si el diámetro de la guía es menor que el de la ventana, la lectura será inferior a la real y viceversa. Espinoza Canelas & Bustamante Maldonado, (2011)

Por todo lo expuesto anteriormente se recomienda la utilización periódica de radiómetros cada seis meses, para poder garantizar la operatividad del equipo, así como mantener limpios los conductores. Espinoza Canelas & Bustamante Maldonado, (2011)

## 3 OBJETIVOS

### 3.1 Objetivos General:

Comparar la Microfiltración de resina nanohíbrida fotopolimerizada con diferentes potencias de radiación.

### 3.2 Objetivos Específicos:

- Identificar la potencia de fotoactivación que produce menor microfiltración en las resinas evaluadas.
- Comprobar la cantidad existente de microfiltración de la resina nanohíbrida fotoactivada con una lámpara de mayor o menor radiación.

### 3.3 Hipótesis

La resina Z250 fotopolimerizada con una lámpara Led de 1500mw/cm<sup>2</sup> de potencia de radiación produce mayor microfiltración que con una lámpara Led de 3200 mw/cm<sup>2</sup> de potencia de radiación.

#### **Hipótesis Nula:**

La resina z250 fotopolimerizada con una lampara Led de 1500mw/cm<sup>2</sup> de potencia de radiación produce igual microfiltración que con una lámpara Led de 3200 mw/cm<sup>2</sup>.

## **4 METODOLOGÍA**

### **4.1 Tipo de estudio**

Este tipo de estudio es experimental in vitro.

### **4.2 Universo de la muestra:**

En el siguiente estudio se utilizaron 20 dientes saludables, terceros molares de pacientes, dichos órganos dentarios serán extraídos por indicación terapéutica para luego mantenerlos en suero fisiológico hasta el momento en que procedan a utilizar.

#### **4.2.1 Criterios de inclusión:**

- ✓ Dientes sanos
- ✓ Terceros molares
- ✓ Dientes completos

#### **4.2.2 Criterios de exclusión:**

- ✓ Dientes seccionados
- ✓ Dientes fracturados

### 4.3 Operacionalización de variables:

**Tabla 1 Variables Dependientes**

<b>Variable Dependiente</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Determinantes</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Medida</b>
Microfiltración	La microfiltración dental es la introducción no detectable clínicamente, observable con microscopios especiales de moléculas, fluidos y bacterias entre la unión del material restaurador con el diente a lo largo de cualquier interfase entre la superficie dentaria, esta debería ser considerada como un potencial factor etiológico en el fracaso de los tratamientos dentales. Kalmowickz, Phebus, Owens, Johnson, & King, (2015).	Grado de penetración de la tinción, de acuerdo con la profundidad y equivalencia con el estereoscopio.	La penetración mediante la observación a través del estereoscopio medida en micras(um) + Azul de Metileno	Nominal
			Se midió con un estereoscopio con aumento de lupa, y consistió en observar la penetración del colorante entre el diente y la restauración, midiendo la distancia que el colorante recorrido.(Isabel, Bravo, Terrazas, Toro, & Mattar, 2014)	Nominal

Tabla 2 Variables Independientes

Variables independientes	Definición conceptual	Determinantes	Indicadores	Medida
Resina Z250 3M	Excelente manipulación Nanohíbrido es una resina activada por luz visible (fotocurado), diseñada para restauraciones de los sectores anterior y posterior. Se caracteriza por su fácil manipulación y pulido y tiene la menor contracción volumétrica entre las resinas nanohíbridas. Además, ofrece gran fuerza y resistencia al desgaste. (Guerrero & Chumi, 2017)	Grado de microfiltración a través de la penetración de la tinción por las superficies de la restauración y las paredes dentinarias.	<b>Penetración del azul de metileno por medio de las paredes que fueron reconstruidas con resina.</b>	<b>Nominal</b>
Lámpara led de 1500mw/cm2 de potencia de radiación (Gnatus)	Esta tecnología permite en emitir una luz fría, con una longitud de onda precisa para la activación LED, innumerables ventajas a los aparatos fotocuradores para las restauraciones directas en resina compuesta.	Grado de microfiltración a través de la penetración de la tinción por las superficies de la restauración y las	Penetración del azul de metileno para poder medir el nivel de microfiltración en las paredes de las piezas dentarias	<b>Nominal</b>
Lámpara led de 3200mw/cm2 de potencia de radiación S.P.E.C 3	Lámpara led con capacidad de fotocurar en 3segundos	Grado de microfiltración a través de la penetración de la tinción por las superficies de la restauración y las	Penetración del azul de metileno para poder medir el nivel de microfiltración en las paredes de las piezas dentarias	<b>Nominal</b>

## 5 DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO

**Descripción del método:** Este estudio se realizó en 20 terceros molares con cavidades Clase I de Black restaurados con resina Z250 previamente grabados y colocados el sistema adhesivo 3M, se fotopolimerizó con dos tipos de Lámpara Led con diferente potencia de radiación.

Después de restaurados los molares se sometió al termociclador a diferentes temperaturas de 5 °C(20s), 37 °C(20s) y 57 °C(20s), las muestras permanecieron 20 segundos en cada una de estas temperaturas, más 10 segundos de transporte entre una temperatura y otra, cumpliendo así automáticamente, 1.000 ciclos cada 24 horas, completando los 10.000 ciclos, explicamos que, si en 24 horas cumple 1.000 ciclos, los 10.000 serán en 240 horas, equivalentes a 10 días, que completarían el año que necesitamos para simular la microfiltración de un perno cementado en boca (Beñaldo, 2014).

Después se procedió a aplicar los tintes como azul de metileno; y se comprobó el grado de microfiltración, después se realizó cortes longitudinales en dichos molares y se procederá a mirar en el Estereoscopio.

### **Grupos de estudio:**

La muestra se dividió en dos grupos de 10 terceros molares cada uno:

**Grupo A:** Se procedió a realizar cavidades Clase I de Black estandarizadas con profundidad de 3 mm, con amplitud buco lingual de 3 mm, y longitud mesio distal de 4mm, se las desinfectó con clorhexidina al 2%, luego se restauró con resina Z250 3M en bloque de 3mm, previamente colocadas ácido fosfórico al 35% 3M por 15 segundos y adhesivo single bond 3M secados con un chorro de aire de 2 a 5 segundos, luego con una lámpara led Gnatus de 750mw/cm<sup>2</sup> de potencia de radiación se fotocuro 10 segundos el adhesivo y fotopolimerización de 20 segundos para el bloque de resina Z250 3M (Espinoza & Bustamante Maldonado, 2011).

**Grupo B:** Se realizó cavidad Clase I de Black estandarizadas con profundidad de 3 mm, con amplitud buco lingual de 3 mm, y longitud mesio distal de 4mm, se las desinfectó con clorhexidina al 2%, luego se restauró con resina Z250 3M en bloque de 3mm, previamente se les colocó ácido fosfórico 3M al 35% por 15 segundos y adhesivo single bond 3M que se secó con chorro de aire de 2 a 5 segundos, luego el adhesivo se fotopolimerizó por 3 segundos y la resina por 3 segundos con una lámpara led S.P.E.C de 3200 mw/cm<sup>2</sup> de potencia de radiación Espinoza Canelas & Bustamante Maldonado, (2011).



**Figura 1.** 20 Terceros molares extraídos



**Figura 2:** Lima con la medida de la apertura

**Métodos técnicas y procedimientos:**

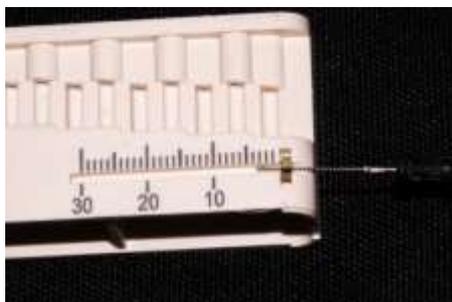
Se seleccionaron dos lámparas LED de diferente potencia de radiación: Lámpara led de 1500mW/cm<sup>2</sup> de potencia de radiación ( LED Gnatus ) y Lámpara led de 3200 mW/cm<sup>2</sup> de potencia de radiación (LED s.p.e.c 3 ).

**Selección de muestras:**

Se utilizaron 20 terceros molares humanos extraídos hace 3 meses aproximadamente por fines terapéuticos donados los cuales fueron colocados en suero fisiológico hasta ser utilizados.



**Figura 3.** Piezas en azul de metileno



**Figura 4:** Endoblock con lima medida



**Figura 5:** Terceros molares con apertura realizada

## RESULTADOS:

Para la validación de hipótesis se utilizó estadística inferencial para los cual se realizaron los siguientes pasos:

1. **Prueba de normalidad**
2. **Prueba de correlación de Spearman y Pearson**
3. **Prueba de Mann Whitney**

### Prueba de Normalidad

Pruebas de normalidad se utilizan para determinar si un conjunto de datos está bien modelada por una distribución normal o no, o para calcular la probabilidad de una variable aleatoria de fondo es que se distribuye normalmente (Ramírez Alan, 2017).

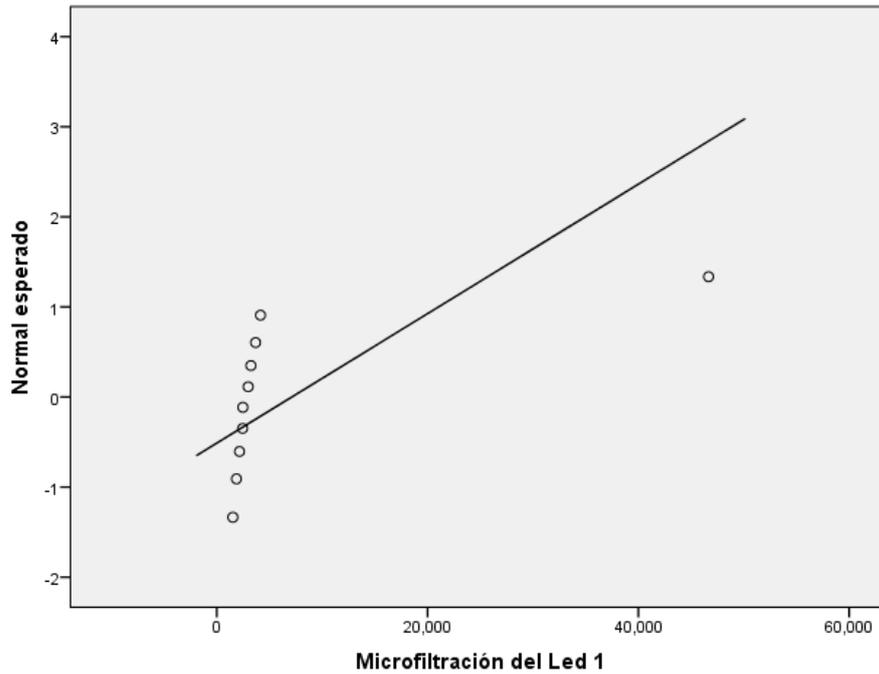
Para este caso se aplicó la Prueba de Shapiro Wilk porque la regla dice que se utilizará esta prueba cuando la muestra es menor a 50 como es el caso de estudio. Una vez calculado se tiene en la tabla 3:

**Tabla 3** Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Resultados de Microfiltración del led 1	.484	10	.000	.421	10	.000
Resultados de Microfiltración del led 2	.271	10	.036	.870	10	.099

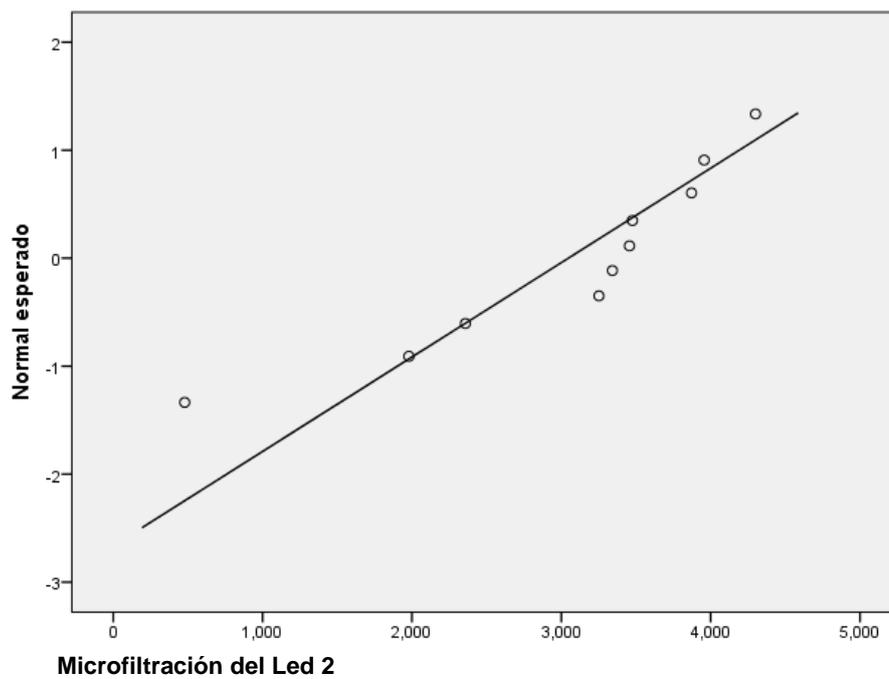
a. Corrección de significación de Lilliefors

Se aplicó la regla de normalidad que manifiesta que: si el valor de significancia es menor a 0,05 no son normales los datos, caso contrario existe normalidad. Para el caso de estudio se observa que para los resultados de microfiltración del led de 1500mw/cm<sup>2</sup>, no existe normalidad en los datos, no así en los resultados de microfiltración del led de 3200mw/cm<sup>2</sup>, existe normalidad.



**Figura 6.** Microfiltración del Led 1.

Como se observa en el gráfico 1 expuesto se refleja que los datos se encuentran en dispersión con respecto a la desviación estándar, por lo que se demuestra que no existe normalidad en los datos.



**Microfiltración del Led 2**

**Figura 7.** Microfiltración del Led 2.

En el gráfico 2 a diferencia del anterior se refleja que no existe dispersión de datos, por lo que visualmente se determina que existe normalidad en los datos.

Bajo estos resultados y para establecer la correlación de datos para el primer caso se aplicará la Prueba de Correlación de Spearman y para el segundo caso se aplicará Pearson, como se muestra en la tabla 2 y 3:

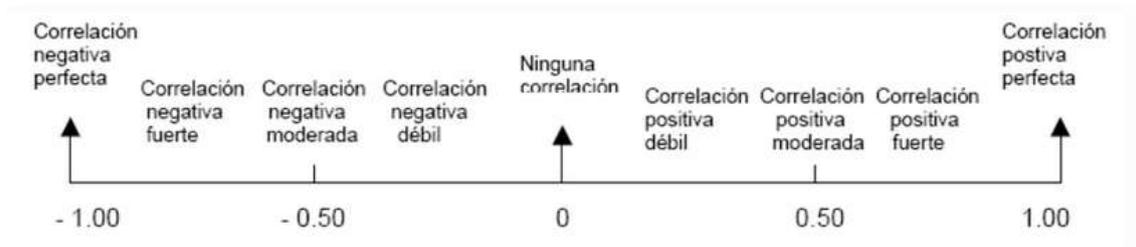
Conclusión: Para los casos existe relación y esta es positiva, lo que demostró que la lámpara de 3200mw/cm2 hizo y demostró que hay menor microfiltración.

**Tabla 4.** Prueba de correlación de Spearman y Pearson

			<b>Correlaciones</b>	
			Resultados de Microfiltración del led 1	Resultados de Microfiltración del led 2
Rho de Spearman	Resultados de Microfiltración del led 1	Coefficiente de correlación Rho Spearman Sig. (bilateral) N	1.000 . 10	-.200 .580 10
Correlación de Pearson	Resultados de Microfiltración del led 2	Correlación de Pearson Sig. (bilateral) N	1  10	-.788** .007 10

Los coeficientes de correlación se pueden calcular mediante métodos paramétricos y no paramétricos. Un coeficiente paramétrico es el Coeficiente de Correlación de Pearson, que se usa para observaciones obtenidas sobre una escala de intervalos y está sujeto a condiciones más restrictivas que las alternativas no paramétricas. Si no hay correlación de ningún tipo entre dos variables, entonces tampoco habrá correlación lineal, por lo que  $r = 0$ . Sin embargo, el que ocurra  $r = 0$  solo nos dice que no hay correlación lineal, pero puede que la haya de otro tipo. Mientras más cercano a cero la correlación es más débil (Ramírez Alan, 2017).

Para esto se aplica la escala de correlación:



Para el caso de estudio se tiene consolidado los resultados en la tabla 3:

**Tabla 5** Prueba de normalidad

Tipo de prueba	Normalidad	Prueba de Correlación	Sig	Decisión
Microfiltración del led 1	No	Spearman (prueba no paramétrica)	0.580	Correlación positiva moderada
Microfiltración del led 2	Si	Pearson (prueba paramétrica)	0.007	Correlación positiva débil

**Conclusión:** Para los dos casos de estudio se demuestra que existe correlación de variables y que ésta es positiva, con la diferencia de que para el uso del led 1 es moderada y para el led 2 es débil.

### Prueba de Mann Whitney

Es una prueba no paramétrica de comparación de dos muestras independientes, debe cumplir las siguientes características:

- Es libre de curva, no necesita una distribución específica
- Nivel ordinal de la variable dependiente
- Se utiliza para comparar dos grupos de rangos (medianas) y determinar que la diferencia no se deba al azar (que la diferencia sea estadísticamente significativa) (Juárez, Villatoro & López, 2011).

**Tabla 6 Rangos**

Rangos				
	Tipo de Microfiltración	N	Rango promedio	Suma de rangos
Resultados de	Led 1500	10	9.70	97.00
Microfiltración	Led 3200	10	11.30	113.00
	Total	20		

En esta tabla se muestra que el rango promedio para los resultados de microfiltración del led 1 (1500 mw/cm<sup>2</sup>) es de 9.70um; mientras que los resultados del led 2 (3200 mw/cm<sup>2</sup>) es de 11.30; siendo mayor la microfiltración en el led 2.

**Tabla 7. Estadísticos de prueba**

Estadísticos de prueba <sup>a</sup>	
	Resultados de Microfiltración
U de Mann-Whitney	42.000
W de Wilcoxon	97.000
Z	-.605
Sig. asintótica (bilateral)	.545
Significación exacta [2*(sig. unilateral)]	.579 <sup>b</sup>

a. Variable de agrupación: Tipo de Microfiltración

b. No corregido para empates.

En la tabla al aplicar la regla de decisión Regla de decisión: Si  $p \leq 0.05$  se rechaza  $H_0$ , se tiene que al tener un Sig=0.545, se aprueba la hipótesis alternativa o del investigador que para este caso es: La resina Z250 fotopolimerizada con una lámpara Led de 1500mw/cm<sup>2</sup> de potencia de radiación produce mayor microfiltración que con una lámpara Led de 3200 mw/cm<sup>2</sup> de potencia de radiación.

Conclusión: según el rango promedio este es mayor para los resultados de microfiltración obtenidos en el led 2; en relación con la prueba de Mann Whitney determina que se valida la hipótesis alternativa del investigador.

## 6 DISCUSIÓN

En este estudio no se encontraron diferencias significativas, en cuanto así se comprobó la hipótesis nula, ya que en la tabla de la U de Mann-Whitney el resultado fue de .545 que es mayor a 0,05, rechazando así la hipótesis alternativa planteada.

Según Hirata (2015), realizó un estudio donde utilizó una resina z350 similar a la resina z250 por sus componentes, este coincide con mi estudio realizado ya que él hace una comparación entre las dos técnicas de colocación de la resina y la hace en bloque, acotando que el colocar la resina de esta manera va a disminuir tiempo y va a hacer que los resultados sean igual de estéticos que con una resina compuesta, mientras que Corral, (2015), menciona que la técnica incremental se desarrolló como una de las estrategias para reducir estos efectos, la cual intenta reducir el factor C de una preparación, la lógica aplicada en esta técnica es que la aplicación de pequeñas capas de incrementos de RC reduciría el factor C.

Banni, M ; Tiralli, E (2016), realizó un estudio con una lámpara de la misma potencia que la lámpara de mi estudio, y demostró que aunque apliquemos mayor potencia de radiación se produjo notable microfiltración, y así se demostró coincidencia y se comprobó la hipótesis nula.

Según Mallat (2018), las lámparas LED de segunda generación, son lámparas que ya no se deben usar por su baja potencia de radiación, mientras que las lámparas LED de 3ª generación, son aquellas que consiguen cubrir todos los fotoiniciadores por lo que no tendrán ningún tipo de problema para fotopolimerizar cualquier resina independientemente del fotoiniciador que lleve. Por eso en este estudio se utilizó una lámpara Led de tercera generación que fue la lámpara S.P.E.C 3. y la lámpara Gnatus.

Guerrero & Chumi, (2017) mencionan que se obtiene una mayor profundidad de curado en una resina nano-híbrida al ser activada con una unidad LED de tercera generación, que con una lámpara halógena, es posible lograr una mayor

profundidad de polimerización en resinas compuestas mediante la unidad LED respecto a la unidad halógena convencional y que esta diferencia es estadísticamente significativa, comprobando así que las lámparas de tercera generación que se usaron en este estudio producen mayor fotopolimerización en profundidad y por lo tanto existirá menor microfiltración.

Carillo, S (2009), realizó un estudio in vitro de microfiltración marginal en restauraciones de resina compuesta fotopolimerizadas con técnica soft-start que se refiere al comienzo de la polimerización con una baja intensidad y un aumento posterior de la intensidad para obtener una fase post-gel con menor contracción en la resina, obteniendo un material con buenas propiedades físicas. Y la técnica convencional, la cual menciona que comienza a actuar, al conectarse, y durante todo el tiempo de encendido aplica la misma intensidad; esta técnica conserva su vigencia. (Del Barrio, 2005).

En este estudio se aplica la regla de normalidad que manifiesta que: si el valor de significancia es menor a 0,05 no son normales los datos, caso contrario existe normalidad. En estudio se observó que los resultados de microfiltración del led de 1500mw/cm<sup>2</sup>, no existe normalidad en los datos, no así en los resultados de microfiltración del led de 3200mw/cm<sup>2</sup>, existe normalidad, cuando se menciona normalidad se está comprobando la hipótesis del estudio que es demostrar que hay mayor microfiltración con la lámpara que tiene mayor radiación.

Ya que cuando se tomó las 20 muestras divididas en dos grupos, grupo A los cuales fueron fotopolimerizados con la lampara S.P.E.C DE 32000mw/cm<sup>2</sup> y grupo B pudimos observar que las medidas que nos dio el estereoscopio que fue en micras los valores para el grupo B fue donde hubo mayor penetración por lo tanto es donde hubo menor microfiltración, en el grupo A que fue el grupo que se fotopolimerizó con la lampara de menor potencia hubo resultados mucho menores.

Al revisar bibliografía sobre las lámparas que se usan en la actualidad en comparación a las de años anteriores que éstas lámparas especialmente las utilizadas en este estudio que son las LED de segunda y tercera generación tienen muchas ventajas, a diferencia de las de luz halógena mencionando estudios que demuestran varias desventajas.

Para los dos casos de estudio se demuestra que existe correlación de variables y que ésta es positiva, con la diferencia de que para el uso del led 1 es moderada y para el led 2 es débil. En nuestro campo de la odontología siempre vamos a tener la necesidad de obtener resultados estéticos en restauraciones de los órganos dentarios, por exigencia de los pacientes y ha ido aumentando la demanda del uso de resinas compuestas en este caso se usó la resina Z250 que es comúnmente usada, debido a que ayuda a hacer preparaciones conservadoras; sin embargo, tiene desventajas como la microfiltración y la liberación de calor durante la polimerización. (Kogan & Gutiérrez, 2016)

## 7 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### CONCLUSIONES:

Al realizar el estudio se pudo concluir que:

- Se concluye que no existe diferencia significativa entre las dos lámparas y no se aprueba la hipótesis alternativa, ya que el valor demuestra que la prueba no paramétrica de Mann Withney es de .545 siendo mayor a 0,05 demostrando que se aprueba la hipótesis nula.
- Tomar en cuenta que, en restauraciones directas, se necesita una potencia mínima de 400mw/cm<sup>2</sup> por lo tanto siempre tenemos que tener en nuestro consultorio una lampara con una menor potencia.
- Finalmente, se sugiere esperar por evidencia más consistente para cualquier tipo de resina, con el fin de que ayuden al clínico en la toma correcta de decisiones.

**RECOMENDACIONES:**

Después de realizar esta investigación, se toma en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Con el fin de obtener resultados más certeros se recomienda repetir el estudio utilizando una técnica de polimerización en capas y no una técnica de obturación y polimerización monobloque como la utilizada en el presente estudio, ya que es una resina nanohibrida.
- Se recomienda realizar más estudios e investigaciones sobre microfiltración de las resinas Z250 fotopolimerizada con diferentes lámparas, para poder determinar que lámpara sería la mejor para nuestro uso diario.

## REFERENCIAS

- 3M. (1998). Filtek™ Z250 Restaurador Universal. 3M.
- Amaral, F. L., Colucci, V., Palma, R., & Corona, S. (2007). Assessment of In Vitro Methods Used to Promote Adhesive Interface Degradation: A Critical Review. *JOURNAL COMPILATION*.
- Baharan Ranjbar , O., Armin, G., Jaber Ansiri, M., & Mahdkhah , A. (2018). Intensity output and effectiveness of light curing units in dental office. *Journal section: Operative Dentistry and Endodontics*, 10(6), 55-60.
- Beñaldo Fuentes, C. R. (2005). *Estudio comparativo in vitro de la microfiltración de restauraciones de resina compuesta realizadas con un sistema adhesivo convencional y otras realizadas con un sistema adhesivo con nanorelleno*. Recuperado el 5 de Abril de 2019, de [www.repositorio.uchile.cl](http://repositorio.uchile.cl):  
[http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/110740/benaldo\\_c.pdf?sequence=4](http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/110740/benaldo_c.pdf?sequence=4)
- Bittencourt Pazzinato, F., Barbosa Campos, B., César Costa, L., & Atta, M. T. (2003). Efeito do número de ciclos térmicos na microinfiltração de restaurações de resina composta . *Restorative Dentistry*.
- Bittencourt, F., Barbosa, B., Costa , L., & Atta, M. (2003). Efeito do número de ciclos térmicos na microinfiltração de. *Pesqui Odontol Bras*, 17(4), 337-41.
- Cadenaro, M., Tatjana, M., Comba , A., Mazzoni , A., Fanfoni , L., Hilton, T., . . . Breschi, L. (13 de Noviembre de 2019). The role of polymerization in adhesive dentistry. *ScienceDirect*, 1(22), 0109- 5641. doi:<https://doi.org/10.1016/j.dental.2018.11.012>
- Carrillo Sanchez, C., & Monroy Pedraza, M. (2009). Materiales de resinas compuestas y su polimerización. *Revista ADM*, LXV(4), 10 - 17. Recuperado el 15 de Mayo de 2019, de [www.adm.org.mx](http://www.adm.org.mx)
- Cedillo Valencia, J. d. (2010). Factor C en operatoria dental . *Revista AMD*, 83-87.

- Chaple Gil, A. M., Ojeda Montenegro, Y., & Álvarez Rodríguez, J. (2016). Evolución histórica de las lámparas de fotopolimerización. *Revista Habanera de Ciencias Médicas*, 8-16.
- Espinoza , G., & Bustamante, A. (2012). Variación de la intensidad de las lámparas de fotocurado. *Odontología Vital*, 1(14), 28-36.
- Espinoza Canales , G., & Bustamante Maldonado, A. (2011). Variación de la intensidad de lámparas de fotocurado. *Odontología Vital*, 14(1), 28;36.
- Gil Minaya, L. C., Acosta Carrazco, S., Jiménez Hernandez, L., Brache Gómez, A. A., & Grullón Grau, P. (2013). Evaluación de la microfiltración marginal en técnicas de restauración de clase ii con resina compuesta. *Revista Nacional de Odontología*, 9(17), 53,54,55.56,57.
- González Gúzman , L., Urista Garcia, L., & Martínez Cortez, P. (2017). Historia de las resinas. *Revista Mexicana de Estomatología*, 4(1).
- Graciano Ortenzi, F. M., Graciano Amin, J. T., ChaveZ Pincelli, L., Barata Estevez , T. d., & Dibb Palma, R. G. (2012). Evaluation of translucency of a nanofiled and a microhybrid resins composite. *Braz Dent Sci*, 38-42.
- Guerrero Bravo, A. G., & Chumi Terán, R. E. (2017). Comparación in vitro de la profundidad de curado de una resina nano-híbrida fotoactivada con luz halógena versus luz LED . *Rev Nac de Odon*.
- Hasham, A., Faiza, A., & Abdur, R. (2018). Compressive Strength of Composite Resins at Different Exposure Time Using LED and Halogen Units. *JPDA*.
- Herrera- Raya, S., Sánchez - Sosmes, F., Reyes- Misset, G., Vázquez-Rodríguez , E., & Guerrero- Ibarra, J. (Diciembre de 2016). Microfiltración en restauraciones de resina realizada con diferentes sistemas adhesivos estudio In Vitro. *Revista Odontológica Latinoamericana*, 8(2), 41-45. Recuperado el 15 de Abril de 2019, de file:///C:/Users/ESTEFANIA%20BELTRAN/Desktop/Articulo%203%20tesis.%20T.pdf
- Hirata, R. (2011). *Tips Claves en odontología estética*. Argentina: Medica Panamericana.
- Ixta Barragán, G., González Alguilar , J. A., Cavazoz López, E., Méndez González , L., & Torres Reyes, P. (Enero de 2017). Microfiltration

- Evaluation Of 3m Adhesive/Resin Universal System. *Revista de Operatoria dental y Biomateriales*, VI(1), 12-16. Recuperado el 23 de Abril de 2019, de <http://www.rodyb.com/evaluacion-adhesivo-universal/>
- Járquin Hernández, D., & Bonilla, S. (Julio de 2016). Aumento de la temperatura en la superficie dental durante la foto-polimerización. *Odontología Vital*, 17-22.
- Kalmowickz, J., Phebus, J. G., Owens, B. M., Johnson, W. W., & King, G. T. (2015). Microleakage of Class I and II Composite Resin Restorations Using a Sonic-Resin Placement System. *Operative Dentistry*, 1-9.
- Khodadadi , E., Shamsi, N., Khafri, S., & Alaghehmand, H. (2015). A comparative study of the effects of QTH and LED light curing units on the surface hardness of colored compomer and Hybrid composites. *Caspian J of Dent Res*, 24-29. Recuperado el 16 de Mayo de 2019, de <http://www.CJDR.ir>
- Kogan B, A., Kogan F, E., & Gutiérrez Valdez, D. H. (14 de Febrero de 2016). Comparative study of depth of cure and hardness between two "bullk - fill" resins systems using a high Instensity light with different polymerization times. *Oral*, 54(17), 1354-1358.
- Lafuente, D., Blanco, R., & Brenes, A. (2005). Efecto del tipo de lámpara de Fotocurado en la Polimeriazación de varias resinas. *International Journal of Dental Science*, 89-95. Recuperado el 17 de Mayo de 2019, de <http://www.redalyc.org/pdf/4995/499551910018.pdf>
- Mallat, E. (2018). *Cuestiones relevantes de las lámparas de polimerizar*. Recuperado el 7 de Mayo de 2019, de [www.prosthodonticsmcm.com](http://www.prosthodonticsmcm.com): <http://prosthodonticsmcm.com/cuestiones-relevantes-de-las-lamparas-de-polimerizar/>
- Matallana , j. J., Ortiz Caballero , A., Rincón Capacho, M. F., & Sanchez Carvajal , A. C. (2010). Intensidad de la luz emitida por lámparas de fotocurado en los consultorios odontológicos de bucaramanga y su área metropolitana. *Revista Ustasalud*, 46,47.
- Ortiz , D., & Masafierro, M. J. (08 de 05 de 2014). Adaptación, profundidad de polimerización y sellado marginal de restauraciones realizadas con una

- resina compuesta microhíbrida fluidificada y con Sonicfill®. *Rev. Biomater. Sociedad científica Grupo Chileno de Materiales Dentales.*, 2(1), 32-53.
- Panov, V., & Barisova, P. T. (2015). Application of ultraviolet light (UV) in dental medicine. *MedInform*, 194-200.
- Parra Lozada, M., & Garzón Rayo, H. (31 de July de 2012). Self-etching Adhesive systems, Bond strength and nanofiltration: A review. *Revista de la Facultad de Odontología Universidad de Antioquia*, 133-150.
- Parra Lozada, M., & Garzón Rayo, H. (2012). Self-etching adhesive systems, bond strength and nanofiltration: a review. *Rev Fac Odontol Univ Antioq*, 135.136.
- Pereira Sánchez, N., & Jordán Barros, A. (Julio de 2007). Microfiltración de restauraciones clase v de resina compuesta colocadas con un adhesivo auto-acondicionante y un adhesivo de grabado total. *ODOUS Científica*, VIII(2), 11,12,13,14,15.
- Putri, A. M., Endang, S., & Munyati, U. (2018). Effects of Cleansing Methods on Shear Bond Strength of Nanohybrid Composite Resin to Enamel after Saliva and Blood Contamination during Bonding. *Journal of International Dental and Medical Research*. Recuperado el 28 de Abril de 2019, de <http://www.ektodermaldisplazi.com/journal.htm>
- Rámirez, R., Setién, V., Orellana, N., & Garcia, C. (2009). Microfiltración en cavidades clase II restauradas con resinas compuestas de baja contracción. *Acta Odontológica Venezolana*.
- Ramírez Alan, O. (9 de octubre de 2017). *Correlación y Regresión Lineal*. Recuperado el 12 de febrero de 2019, de [www.rpubs.com](http://www.rpubs.com): <https://rpubs.com/osoramirez/316691>
- Rodríguez G, D. R., & Pereira S, N. (2010). Evolución y tendencias actuales en resinas compuestas. *Acta Odontológica Venezolana*.
- Rodríguez, D., & Pereira, N. (2007). Evolucion y tendencias actuales en resinas compuestas. *Acta Odontológica Venezolana*, 46, 1-2-3-4-5-6.
- Rueggeberg, F. A., Giannini, M., Arrais Galvao, C. A., & Price Thomas, R. B. (2017). Light curing in dentistry and clinical implications: a literature review. *Braz. Oral Res*.

- Sánchez, C., & Monroy, M. (2009). Métodos de activación de la fotopolimerización. *Revista ADM, LXV, No. 5*.
- Schricker, S. R. (2017). Composite resin polymerization and relevant parameters. *Elsevier*, 153-170.
- Suarez , R., & Lozano, F. (2014). Comparación de la dureza superficial de resinas de nanotecnología, según el momento del pulido: in vitro. *Rev Estomatol Herediana, 1*, 6-11.
- Valverde Tejada , T., & Quispe Mendoza , S. (2013). Microfiltración Marginal. *Revista de Actualización Clínica, 30(1)*, 1516;1520.
- Valverde Tejada, T., & Quishpe Mendoza, S. (2013). Microfiltración Marginal. *Revista de Actualización Clínica, 30*, 1516.1517. Recuperado el 16 de Mayo de 2019, de rev.act.clin.med@gmail.com
- Vandewalle, K. S., Howard, R. W., Jeffrey, A. L., & Dunn, W. (2005). Effect of Light Dispersion of LED Curing Lights on Resin Composite Polymerization. *Journal of esthetic and restorative dentistry*, 244-255.
- Yoshino, F., & Yoshida, A. (2018). Effects of blue light irradiation during dental treatment. *Japanese Dental Science Review*, 161-168.

