



# UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

## ESCUELA DE POSGRADO

### DOCTORADO EN CIENCIAS DE LA SALUD



#### TESIS

**EFFECTO DE MODOS DE FOTOACTIVACIÓN EN LA PROFUNDIDAD DE  
POLIMERIZACIÓN DE RESINAS COMPUESTAS BULK FILL, PUNO 2018**

**PRESENTADA POR:**

**NELLY BEATRIZ QUISPE MAQUERA**

**PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:**

**DOCTOR EN CIENCIAS DE LA SALUD**

**PUNO, PERÚ**

**2021**



## DEDICATORIA

*A Dios, por concederme la vida, porque en él está puesta mi confianza y mi fortaleza. Es quien me impulsa a dar cada paso en esta vida con certeza y con su compañía.*

*A mi esposo Sandro, por su amor, su cariño y su apoyo absoluto. Este logro conseguido también es de él.*

*A mis pequeños hijos Eliel y Diego, son mi motivación y motor para seguir adelante y lograr más objetivos.*

*A mis queridos padres José y Yolanda y mis hermanas Eddy Luz y Delia por alentarme en cada paso que doy y brindarme muchas alegrías*



## AGRADECIMIENTOS

A Dios, por guiarme en cada paso que doy y ser mi fortaleza, pues en él está puesto mi confianza y mi fe.

Mi agradecimiento a la Universidad Nacional del Altiplano, por permitir formarme en sus aulas y ser parte de ella durante el proceso de mis estudios del programa de Doctorado en Ciencias de la Salud.

Un agradecimiento especial a los miembros del jurado: Dra. Delicia Vilma Gónzales Aréstegui, Dr. José Dante Gutiérrez Alberoni y Dr. Juan Moisés Sucapuca Araujo por el apoyo y sus acertadas observaciones que hicieron posible la culminación de esta investigación.

A mi asesora de investigación Dra. Luz Dominga Mamani Cahuata, por su apoyo desinteresado, y sus orientaciones durante el proceso de la realización de este trabajo de investigación.

Al gerente de la Clínica Dental Charisma Dr. Degly Antenor Molina Mengoa por concederme las instalaciones del laboratorio dental para la ejecución de este trabajo de investigación.



## ÍNDICE GENERAL

	<b>Pág.</b>
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS	ii
ÍNDICE GENERAL	iii
ÍNDICE DE TABLAS	vi
ÍNDICES DE FIGURAS	vii
ÍNDICE DE ANEXOS	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
INTRODUCCION	1

### CAPÍTULO I

#### REVISIÓN DE LITERATURA

1.1. Marco teórico	3
1.1.1. Resinas compuestas	3
1.1.2. Resinas Bulk fill	5
1.1.3. Fotoactivación de resinas compuestas	7
1.1.4. Profundidad de polimerización de las resinas compuestas	12
1.2. Antecedentes	14
1.2.1. A nivel global	14
1.2.2. A nivel nacional	25
1.2.3. A nivel local	27



## CAPÍTULO II

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1.	Identificación del problema	28
2.2.	Enunciados del problema	30
2.3.	Justificación	30
2.4.	Objetivos	31
2.4.1.	Objetivo general	31
2.4.2.	Objetivos específicos	31
2.5.	Hipótesis	32
2.5.1.	Hipótesis general	32
2.5.2.	Hipótesis específicas	32

## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

3.1.	Lugar de estudio	33
3.2.	Población	33
3.3.	Muestra	34
3.4.	Método de investigación	34
3.5.	Descripción detallada de métodos por objetivos específicos	34

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1.	Resultados	38
4.1.1.	Determinar la profundidad de polimerización de las resinas compuestas Bulk fill de tipo A y B al ser fotoactivada con luz emitida por diodos en modo luz intensa	38



4.1.2. Determinar la profundidad de polimerización de las resinas compuestas Bulk fill de tipo A y B al ser fotoactivada con luz emitida por diodos en modo luz en rampa	42
4.1.3. Determinar la profundidad de polimerización de las resinas compuestas Bulk fill de tipo A y B al ser fotoactivada con luz emitida por diodos en modo luz intermitente	46
4.1.4. Determinar la profundidad de polimerización de las resinas compuestas Bulk fill de tipo A y B al ser fotoactivada con luz emitida por diodos en modo luz intensa, luz en rampa, y luz intermitente	49
CONCLUSIONES	52
RECOMENDACIONES	53
BIBLIOGRAFÍA	54
ANEXOS	61

Puno, 02 de septiembre de 2021

**ÁREA:** Ciencias Médicas, Ciencias de la Salud  
**TEMA:** Ciencias de la Salud



## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
1. Profundidad de polimerización de las resinas compuestas Bulk fill de tipo A y B al ser fotoactivada con luz emitida por diodos en modo luz intensa	38
2. Profundidad de polimerización de las resinas compuestas Bulk fill de tipo A y B al ser fotoactivada con luz emitida por diodos en modo luz en rampa	42
3. Profundidad de polimerización de las resinas compuestas Bulk fill de tipo A y B al ser fotoactivada con luz emitida por diodos en modo luz intermitente	46
4. Profundidad de polimerización de las resinas compuestas Bulk fill de tipo A y B al ser fotoactivada con luz emitida por diodos en modo luz intensa, luz en rampa, y luz intermitente	49



## ÍNDICES DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
1. Valores observados con fotoactivación de luz intensa	41
2. Valores observados con fotoactivación de luz en rampa	45
3. Valores observados con fotoactivación de luz intermitente	48
4. Modos de fotoactivación	51





## ÍNDICE DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
1. Matriz de consistencia	61
2. Galería fotográfica del proceso de realización de la investigación.	62
3. Tabla Ficha de Recolección de datos	73
4. Solicitud de autorización para ejecutar el trabajo de investigación.	74
5. Constancia de ejecución del trabajo de investigación.	75
6. Documentación de Categorización de las instalaciones del Centro Odontológico Charisma	76
7. Parte estadística	78

## RESUMEN

Esta investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto de los modos de fotoactivación en la profundidad de polimerización de resinas compuestas Bulk fill. Métodos: estudio experimental in vitro, cuantitativo, explicativo y corte transversal. Para la muestra fueron confeccionados cuerpos cilíndricos de 4 mm de diámetro y 10 mm de altura (n=90), empleando una matriz metálica según ISO 4049, dividiéndose en dos grupos resina tipo A Tetric N-Ceram Bulk fill y tipo B Filtek™Bulk fill 3M ESPE, polimerizadas con lámpara de luz emitida por diodos modelo LED D de marca Woodpecker en sus tres modos de fotoactivación: luz intensa, en rampa e intermitente por 20 seg y a 0 mm de distancia, subdivididas en 6 grupos: G1=15, G2=15, G3=15 de resina A y G4=15, G5=15 G6=15 de resina B, polimerizadas con tres modos de fotoactivación, la altura absoluta polimerizada de los cilindros de resina se midió con un vernier calibrador electrónico de 0,01 mm de precisión de marca Raniaco, luego cada altura absoluta se dividió entre 2 lo que registró la profundidad de fotopolimerización de cada muestra. Resultados: se compararon las resinas A y B fotopolimerizadas por los tres modos de fotoactivación y según las pruebas estadísticas ANOVA  $p=0.000$  y según Tukey presenta una relación mayor entre luz intensa y luz en rampa. Concluyendo que existe diferencias significativas al evaluar los tres modos de fotoactivación en la profundidad de polimerización de las resinas compuestas tipo A y B, en donde el modo de luz intensa tuvo mejores resultados.

**Palabras claves:** Fotoactivación, fotopolimerización, luz emitida por diodos, modos de fotoactivación, profundidad de polimerización, resinas compuestas Bulk fill.

## ABSTRACT

The aim of this research was to evaluate the effect of photoactivation modes on the depth of polymerization of bulk fill composite resins. Methods: in vitro, quantitative, explanatory and cross-sectional experimental study. Cylindrical bodies of 4 mm diameter and 10 mm height (n=90) were made for the sample, using a metallic matrix according to ISO 4049, divided into two groups: resin type A Tetric N-Ceram Bulk fill and type B Filtek™Bulk fill 3M ESPE, polymerized with diode light lamp model LED D of Woodpecker brand in its three photoactivation modes: intense, ramp and intermittent light for 20 sec and at 0 mm distance, subdivided into 6 groups: G1=15, G2=15, G3=15 of resin A and G4=15, G5=15 G6=15 of resin B, polymerized with three photoactivation modes, the absolute polymerized height of the resin cylinders was measured with a 0.01 mm precision Raniaco brand electronic caliper vernier, then each absolute height was divided by 2 which recorded the photopolymerization depth of each sample. Results: resins A and B photopolymerized by the three photoactivation modes were compared and according to the statistical tests ANOVA  $p=0.000$  and according to Tukey there is a higher relationship between intense light and ramp light. It is concluded that there are significant differences when evaluating the three photoactivation modes in the depth of polymerization of composite resins type A and B, where the intense light mode had better results.

**Keywords:** Bulk fill composite resins, depth of polymerization, light emitted by diodes, photoactivation, photopolymerization, photoactivation modes.

## INTRODUCCION

La amalgama dental como material de restauración en dientes posteriores fue empleada por más de 100 años en restauraciones de dientes posteriores, sin embargo, las nuevas demandas en la estética dental y los problemas concernientes con la toxicidad del mercurio, lograron que sea necesario buscar alternativas a este material (1).

Las resinas compuestas como material restaurador se han introducido en el campo de la Odontología conservadora para menguar los efectos de las resinas acrílicas que hacia los años 40 habían reemplazado a los cementos de silicato, hasta ese entonces los únicos materiales estéticos disponibles. En el año de 1955 Michael Buonocore empleó el ácido ortofosfórico para incrementar la adhesión de las resinas acrílicas en la superficie adamantina (2). En 1962 Raphael Bowen desarrolló el monómero Bisfenol-A-Glicidil Metacrilato Bis-GMA, a fin de mejorar las propiedades físicas de las resinas acrílicas (2). Estas primeras resinas compuestas fueran de curado químico que exigían mezclar la pasta base con la pasta catalizadora con los consiguientes problemas derivados de la proporción, mezcla, contracción y estabilidad de color (3).

El material de restauración directa más empleado en Odontología es la resina compuesta debido a la capacidad de adherirse al tejido dental, como requerir una técnica poco invasiva, y sobre todo a sus excelentes características estéticas. No obstante, presenta ciertas limitaciones que logran afectar la longevidad de las restauraciones, y contra esto los fabricantes continuamente buscan alternativas para reducir las (4) (5). Muchos autores recomiendan el uso de pequeños incrementos de <2,0 mm de espesor de resinas compuestas convencionales para la inserción y polimerización, de tal manera que se pueda reducir el efecto posterior de la tensión de contracción (6).

Para reducir estos múltiple incrementos de resina se introdujeron recientemente en el mercado las resinas compuestas Bulk fill (RCBF), cabe señalar que tienen la capacidad de ser utilizado como material restaurador para realizar restauraciones directas en dientes posteriores, con la posibilidad de realizar incrementos de 4 o 5 mm que significa una simplificación importante en la técnica (7), mientras se reducen los problemas típicos con respecto a la profundidad de polimerización y la contracción de polimerización mostrada por las resinas compuestas convencionales cuando se utilizan en estas mismas condiciones (8,9).

Los fabricantes de resinas compuestas han explorado diferentes estudios para mejorar la profundidad de polimerización en RCBF. Un enfoque implica el uso de fotoiniciadores alternativos, empleo de contenido de las partículas de relleno a fin de mejorar la translucidez material, por lo que las partículas de estas resinas Bulk fill son más translúcidas que las resinas compuestas convencionales y por ello se atribuye que su mayor profundidad de polimerización es a este aumento de la translucidez(10,11). Por otro lado, para reducir la contracción de polimerización se han realizado algunas modificaciones químicas en los monómeros que componen los RCBF, como monómeros de alto peso molecular a la vez la incorporación de monómeros de metacrilatos (9).

Es importante resaltar que las resinas Bulk fill han demostrado tener las bases para proporcionarle al profesional un material de selección para el sector posterior de la cavidad bucal, ya que sus características y propiedades se adecuan a los requerimientos terapéuticos, al ser una técnica simple, rápida y práctica que reduce el número de pasos clínicos, sin embargo se necesitan más estudios clínicos para valorar su propiedades y su duración en boca y consecuentemente el éxito clínico de la restauración (12).

El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de los modos de fotoactivación en la profundidad de polimerización de las resinas compuestas Bulk fill.

El trabajo de investigación está estructurado en tres capítulos, en el capítulo I se revisó la literatura referente a la variable de los modos de polimerización y su relación con la profundidad de polimerización de las resinas Bulk fill. En el capítulo II se describe el planteamiento del problema, justificación objetivos e hipótesis. En el capítulo III se explica la metodología empleada, técnica, descripción de los métodos por objetivos específicos e instrumentos que se emplearon en la investigación. Además de la estrategia utilizada para el procesamiento de los datos. Finalmente, en el capítulo IV se abordan los resultados y discusión de la investigación, agregando además las conclusiones y recomendaciones.

## CAPÍTULO I

### REVISIÓN DE LA LITERATURA

#### 1.1. Marco teórico

##### 1.1.1. Resinas compuestas

Las resinas compuestas son materiales bifásicos en el que sus componentes están constituidos por una matriz orgánica polimerizable que establece su endurecimiento y un relleno cerámico que le concede las características mecánicas y ópticas necesarias para poder restaurar las piezas dentarias (13).

Con esto se expone que los elementos que conforman la matriz orgánica determina su endurecimiento y son responsables de la contracción volumétrica del material restaurador (13).

##### 1.1.1.1. Evolución de las resinas compuestas

Los primeros materiales restauradores estéticos empleados se basaron en los cementos de silicato. A pesar de ofrecer una alta estética, presentaban algunos defectos como solubilidad en el medio bucal y un alto grado de irritación pulpar- (14).

Estos inconvenientes condujeron al desarrollo de los sistemas acrílicos sin relleno (un copolímero basado en el polimetacrilato de metilo), sin embargo, éstos tenían un alto grado de contracción de polimerización y coeficientes de variación dimensional térmica diez veces mayor que el de las estructuras dentarias, produciendo filtraciones marginales y la permeabilidad de fluidos a través del material (percolación). Las resinas acrílicas presentaban además una

baja resistencia mecánica, inestabilidad de color y una gran generación de calor al polimerizar (14).

En el año 1962, el Dr. Rafael L. Bowen introduce, en reemplazo del metacrilato de metilo, el llamado BIS-GMA debido a su mayor peso molecular, la contracción que se generaba al polimerizar era menor. A esta molécula se le añadieron partículas de relleno inorgánico, las cuales se unían al monómero mediante un agente acoplador bifuncional constituido por un vinil silano, creando de esta forma, un nuevo complejo de resina que presentaba tres fases:

- Fase continua o matriz orgánica
- Fase dispersa o de partículas de relleno, y
- Agente de unión entre ellas, de vinil silano.

De aquí surge esta nueva generación de materiales base a resinas compuestas o “composites”, es decir, un sistema de material formado por una mezcla de dos o más macroconstituyentes (15).

#### **1.1.1.2. Propiedades físico químicas de las resinas Bulk fill**

Las resinas Bulk fill muestran un rendimiento mejor o similar a las resinas compuestas convencionales en ensayos clínicos y estudios de laboratorio en términos de contracción volumétrica, estrés de polimerización, deflexión de cúspides y calidad marginal (16).

#### **1.1.1.3. Composición**

##### **a. Fase continua o matriz orgánica**

Está compuesta por monómeros que son diacrilatos alifáticos o aromáticos, siendo el BIS-GMA (bisfenil glicidil metacrilato) y el UDMA (uretano dimetil metacrilato) los más usados. Además de estos elementos la matriz resinosa posee monómeros diluyentes necesarios para reducir la viscosidad de la resina, como el TEGMA (trietileno glicol dimetacrilato) (17).

##### **b. Fase dispersa o de partículas de relleno**

Reemplazan en peso entre un 50% a 80% a la matriz orgánica, se encuentra en forma de partículas de distintas formas y tamaños, en donde el átomo de silicio,

invariablemente está presente. Se emplean como relleno al cuarzo, sílice, sílice pirolítica, vidrio de borosilicato, silicatos de litio y fluoruro de bario, incluso hidroxiapatita sintética (17).

El objetivo de la incorporación de este relleno inorgánico es lograr disminuir la cantidad de monómero por unidad de volumen y así disminuir la contracción de polimerización. Permite una menor sorción de agua y un menor coeficiente de expansión térmica, reducir la abrasión y un mayor módulo de elasticidad (mayor rigidez) (17).

### **c. El agente de unión**

El silano es el material encargado de la unión de las partículas de carga o relleno a la matriz orgánica, hecho efectivamente importante en lo que se describe a la mejora de propiedades físicas y mecánicas, una vez que ofrece una transferencia de tensiones de la fase que se deforma más fácilmente (matriz) para la fase más rígida (relleno). El agente de unión ofrece una estabilidad hidrolítica, ya que previene la penetración de agua en la interfase resina / relleno (15,17).

#### **1.1.2. Resinas Bulk fill**

Las resinas compuestas del sistema bulk fill se instauró con el objetivo de realizar la restauración con incrementos mayores a 4 mm sin tener limitaciones en el grado de polimerización del material, disminuir el efecto de contracción y reducir la cantidad de vacíos dentro de los incrementos (18). Según Furness, la utilización de un incremento de 4 mm con la resina compuesta con sistema Bulk fill no presentó diferencias significativas en comparación con las resinas compuestas convencionales en cuanto al porcentaje de polimerización (18).

Para poder realizar incrementos de 4 mm de profundidad, se debe emplear la luz de polimerización con una intensidad de  $1000\text{mW}/\text{cm}^2$  por un tiempo de 20 segundos. Por otro lado, Czasch evaluó el grado de conversión, según la profundidad de la restauración, y demostró que el incremento de 4 mm no mostró una diferencia significativa en comparación con las resinas convencionales de 2 mm (19).



Si bien las resinas Bulk fill demuestran tener las bases para proporcionarle al profesional su selección en el sector posterior de la cavidad bucal, ya que sus características y propiedades se adecuan a los requerimientos terapéuticos, al ser una técnica simple, rápida y práctica, que reduce el número de pasos clínicos como la inserción por varios incrementos que reducen los errores del operador, hay menos posibilidades de incorporar burbujas y posiblemente se mejorará la interfaz diente restauración, sin embargo se necesitan más estudios clínicos para valorar sus propiedades y su duración en boca y consecuentemente el éxito clínico de la restauración (12,20).

En general, las resinas de bulk fill masivo tienen propiedades similares a las resinas convencionales, cuando se sigue el protocolo de uso de cada una de ellas. Como en general las propiedades son similares a las resinas convencionales, este factor también es favorable para indicar este tipo de material en situaciones clínicas.

#### **a. Ventajas**

Tiene características de plasticidad, las cuales brindan un manejo y colocación más fácil frente a las resinas convencionales gracias a sus características de menor contracción y estrés de polimerización, al momento de la aplicación puede considerarse un material de elección (21).

Su aplicación se realiza en incrementos de 4 mm de resina, por lo que se reduce el tiempo clínico de trabajo, mediante una técnica simple, rápida y práctica (12).

#### **b. Desventajas**

Una de las desventajas propias de la reacción de polimerización que ocurre en las resinas compuestas es el desarrollo de contracción y estrés en el material restaurador (7).

La profundidad de polimerización limitada y la posibilidad de una conversión insuficiente de monómeros en la parte inferior de la preparación de la cavidad por incrementos mayores de resina similar a las resinas convencionales (22,23).

### **1.1.2.1. Tetric ® N-Ceram Bulk fill**

#### Descripción del producto

Con el nuevo composite para dientes posteriores Tetric N-Ceram Bulk fill, no hace falta renunciar a nada, las obturaciones se colocan en capas de hasta 4 mm de forma rápida y sencilla y se polimerizan en apenas diez segundos (utilizando lámparas de  $> 1.000 \text{ mW/cm}^2$ ), para un resultado totalmente satisfactorio en la zona de los dientes posteriores (24).

Con Tetric N-Ceram Bulk fill se obtienen resultados estéticos comparables en todos los aspectos a los resultados con resinas compuestas convencionales. La profundidad de polimerización de 4 mm es posible gracias al nuevo fotoiniciador patentado Ivocerin (24).

Ivocerin es un potenciador de la polimerización mucho más reactivo que los iniciadores convencionales. Permite la polimerización segura en poco tiempo, incluso en cavidades profundas (24).

### **1.1.2.2. Filtek Bulk fill <sup>TM</sup> Resina para posteriores**

#### Descripción del producto Filtek<sup>TM</sup>

Bulk fill resina para posteriores de 3M ESPE es una resina de restauración visible y fotoactivada que ha sido optimizada para crear restauraciones posteriores más sencillas y rápidas. Este material de relleno en bloque proporciona una excelente fuerza y un desgaste bajo. Los tonos son semitraslúcidos y se polimerizan con un estrés mínimo, lo cual proporciona una profundidad de polimerización de 4 mm. con una excelente pulido, la resina para posteriores Filtek<sup>TM</sup> Bulk fill también es ideal para restauraciones anteriores que requieren de un tono semitraslúcido. Todos los tonos son semitranslúcidos Filtek<sup>TM</sup> Bulk fill resina compuesta para posteriores está disponible en los tonos A1, A2, A3, B1 y C2 (25).

### **1.1.3. Fotoactivación de resinas compuestas**

La fotoactivación consiste en la unión química de los monómeros para obtener moléculas de alto peso molecular denominadas polímeros (26).

Dentro de la constitución de las resinas compuestas, se tiene una matriz orgánica con diferentes monómeros (diluyentes, agentes de enlace con el relleno inorgánico, inhibidores de la polimerización, estabilizadores de la radiación, e iniciadores de la polimerización) y un relleno inorgánico que les otorga las propiedades físicas que determinan para ser usados como materiales de restauración. Para darse el proceso de la fotopolimerización es preciso que el iniciador genere radicales libres, que deben ser activados por otro agente que, en el caso de los materiales fotopolimerizables, será la luz a un espectro electromagnético determinado (26).

Por intermedio de una fuente de luz, se excita el fotoiniciador, que corresponde a la canforquinona, ivocerin, PPH, lucerina y una alfa dicetona. Esta dicetona activada, interacciona con un agente reductor que pertenece a una amina terciaria alifática. Al juntarse ambas se inicia una reacción de radical libre. Este radical libre es una molécula extremadamente reactiva, con un electrón libre en su región externa que busca formar un enlace covalente (14).

Este radical libre reaccionará con el monómero que tiene un enlace doble de carbono ( $C=C$ ), dando inicio a la reacción de polimerización. De esta forma inicia la reacción en cadena, en la cual el enlace doble de carbono reacciona con el radical libre, dejando un electrón disponible para reaccionar con otro enlace doble de carbono. La reacción de polimerización solo terminará cuando dos radicales complejos estén próximos (14).

Para la elección de una lámpara el profesional debe analizar una serie de factores: como la potencia que se brinda, si posee características de manipulación convenientes en cuanto a comodidad y eficacia, si la unidad cuenta con cable o no, junto con otras características, que son de gran utilidad para el éxito de un tratamiento en la odontología restauradora (27).

#### **1.1.3.1. Fases de la resina compuesta en la fotoactivación**

Al incidir los fotones de luz sobre el fotoiniciador, los grupos funcionales los absorben, iniciando un estado de excitación y chocando con las aminas presentes en el medio, originando un intercambio de electrones, que da lugar a la formación de un radical libre. Este radical libre energético busca establecer un enlace covalente con el monómero constituyendo un complejo monómero-

radical que prosigue fase de propagación. La reacción terminará mediante los mecanismos característicos de la fase de terminación. Cabe señalar que todas estas reacciones son químicas y que continúan una vez apagada la luz (28).

La mayor parte de los monómeros remanentes, que no participan directamente en la polimerización, quedan unidos mediante enlaces covalentes a la cadena de polímeros mientras que una pequeña cantidad de monómeros permanecen libres y pueden salir de la restauración (28).

#### **a. Fase pre gel**

En esta fase se inicia la polimerización de la resina compuesta, en donde la matriz resinosa aún se encuentra en un estado viscoplástico, es decir que los monómeros todavía tiene la capacidad de fluir inclusive por su propio peso, además en este estado las tensiones generadas son reacomodadas gracias a su fluidez, Es decir, los monómeros que forman parte de la matriz pueden moverse o adoptar nuevas posiciones dentro de ella (13).

#### **b. Punto gel**

En esta fase se descubre que la reacción de polimerización progresó lo suficiente, en este momento se forman muchas más cadenas poliméricas dando lugar a macromoléculas con mayor peso molecular, es este instante que no será posible el movimiento o la difusión de moléculas dentro de la matriz orgánica, lo que da paso a que el material pierda su capacidad de fluidez o escurrimiento y se convierta en un sólido. En este momento el material entra en la fase post gel(13). La temperatura influye en la resina por lo que para que se mantenga sus propiedades es necesario conservarlos bajo refrigeración cuando no estén siendo utilizados por el operador; sin embargo antes de su empleo deben ser retirados una hora antes ya que la temperatura baja los torna ineficientes en la polimerización (29).

#### **c. Fase post gel**

En esta fase el material posee un alto grado de rigidez, y dado a que la polimerización continúa y la contracción avanza, es decir el material sigue contrayéndose en donde empieza la transmisión de las tensiones producto de la

polimerización al complejo dentina-resina limitada por los adhesivos lo que ocasiona estrés traccional (13).

El material empieza a contraerse volumétricamente desde el inicio de la etapa pre gel. La contracción volumétrica ocurre por el acercamiento entre las moléculas luego de la reacción de polimerización. Se ha estudiado que antes de dicha reacción, la distancia entre moléculas (distancia de Van-del-Waals) es aproximadamente 3,4 a (0,34nm), mientras que luego de la polimerización esa brecha se reduce a 1,5 a (0,15nm) (13).

### **1.1.3.2. Tipos de unidades de fotoactivación**

Los primeros sistemas de fotopolimerización fueron con radiación ultravioleta con longitudes de onda entre 340 nm y 380 nm, con el avance de la tecnología se observaron algunas desventajas como: bajas profundidades de polimerización y riesgos para la salud de los pacientes debido a que causaban daños a la pulpa dental; es así como investigadores propusieron utilizar la luz visible con los aparatos de arco de Plasma (PAC o Plasma Arco) y el láser argón. Aunque este sistema tuvo que ser reemplazado nuevamente por las lámparas LED y Halógenas (30).

En la actualidad podemos encontrar cuatro tipos de lámparas de fotopolimerización:

- Arco de Plasma (AC)
- Láser de Argon-Ion
- Lámparas de Luz Halógena (LH)
- Luz Emitida por Diodos (LED's)

#### **A. Lámparas Led- Diodos Emisores de Luz**

Las lámparas de la luz led surgieron en el año de 1990. Utilizan dos semiconductores para producir la luz azul a diferencia de las lámparas halógenas que emiten su luz por calentamiento de filamentos metálicos. Poseen una longitud de onda de 450nm a 490nm, sin necesidad de filtros para restringir la emisión de luz (31).

En la actualidad existen tres generaciones de lámparas LEDs. La primera generación con una intensidad de potencia lumínica entre 50 y 300 mW/cm<sup>2</sup>, sin ser efectiva en su polimerización. Las segundas generaciones cuentan con una intensidad entre 300 y 1400 mW/cm<sup>2</sup>, lo que propicia una polimerización efectiva, reduciendo tiempo y es comparado a las unidades de fotopolimerización halógena (31).

La desventaja de este sistema de polimerización se presenta en las lámparas de primera y segunda generación, debido a que resinas compuestas con canforoquinona absorben energías que están fuera del rango de estas generaciones, es por ello que introdujeron la tercera generación de las lámparas LEDs, con diferentes diodos proporcionando mayores intensidades y diferentes longitudes de onda (31).

## **B. Modos de fotoactivación con luz emitida por diodos**

Para facilitar una fotoactivación adecuada fueron lanzados al mercado aparatos de fotopolimerización que permiten alternar la intensidad de la fuente de luz, de manera que presentan diferentes técnicas de fotoactivación, existiendo.

### **a. Modo de luz intensa (brigh light)**

Tiene un rango de irradiación de 1000 mW/cm<sup>2</sup>, de alta intensidad y continua. Es el sistema clásico o convencional, en la cual mantiene una intensidad constante, del inicio al fin de la fotoactivación. Algunos autores creen que esta técnica genera mayor estrés en la interfase entre el diente y la restauración (30,32).

### **b. Modo de luz en rampa (ramping)**

La polimerización comienza a baja intensidad alrededor de 850mW/cm<sup>2</sup> durante los primeros 10 segundos seguido de un incremento lineal hacia una potencia mayor (usualmente el máximo de la lámpara 1000 mW/cm<sup>2</sup>) por diez segundos, y luego permanece a esa potencia por el resto del intervalo de tiempo de polimerizado (30,32).

### c. Modo de luz intermitente (blinking light) o pulso

Tiene un significado distinto para diferentes lámparas, pero usualmente significa que la potencia hace ciclos entre alta y baja cada segundo de  $850\text{mW/cm}^2$  -  $1000\text{ mW/cm}^2$  de potencia, se interrumpe y luego recomienza cada segundo, y otras variantes desde el comienzo de la polimerización (30,32).

La habilidad de fluir cuando la resina compuesta es polimerizada a intensidades bajas da como resultado una formación más lenta de la red polimérica y menor y más lento entrecruzamiento, lo que proporciona condiciones favorables para la adaptación de las moléculas dentro de la cadena de polímero en formación (30,32).

#### 1.1.4. Profundidad de polimerización de las resinas compuestas

##### 1.1.4.1. Profundidad de polimerización

La profundidad de polimerización determina que tan grueso puede ser un cuerpo de resina fotopolimerizable manteniendo al mismo tiempo un nivel de conversión de monómero aceptable ( $>50\%$ ) (33).

La energía de la luz emitida por una unidad de fotopolimerización disminuye drásticamente cuando se transmiten a través de la resina compuesta (34). Esto conduce a una disminución gradual en el grado de conversión de la resina compuesta al aumentar la distancia desde la superficie irradiada, lo cual compromete las propiedades físicas de la resina compuesta (35).

Entre los factores que afectan la profundidad de polimerización tenemos (29,36):

- La distancia entre el material y la punta óptica debe ser lo más cercana posible ( $<2\text{mm}$ ) para evitar la divergencia y depreciación de la intensidad de la luz ya que esto produciría la disminución de fotones en la superficie de la resina compuesta (29).
- Espesor de los incrementos de la resina compuesta. El incremento en el volumen de las capas de resina es inversamente proporcional al grado de conversión, por lo tanto, el espesor debe ser menor a  $2\text{ mm}$  para alcanzar una óptima polimerización en resinas convencionales y  $4\text{ mm}$

- en resinas bulk fill, es decir que incrementos mayores puede generar deficiente polimerización (29,37),
- El tono de las resinas: Comparando los tonos de las resinas los más oscuros presentan menor profundidad de polimerización en comparación de tonos claros (5), aportando como consecuencia una conversión del material de las dos terceras partes en relación a aquellas de tonalidades claras (29).
  - Tamaño de partículas. Las características de las partículas de relleno de las resinas compuestas como el tamaño, forma y el mayor contenido de relleno inorgánico influyen en las propiedades de las resinas (38).
  - Temperatura. Para que las resinas compuestas mantengan sus propiedades es necesario conservarlos bajo refrigeración cuando no estén siendo utilizados por el operador; sin embargo antes de su empleo deben ser retirados una hora antes ya que la temperatura baja los torna ineficientes en la polimerización (29).
  - Efecto del tiempo de polimerización. Al realizarse un análisis de la conversión de las resinas se concluyó en un estudio que hubo diferencia significativa entre los tiempos de exposición desde 5, 20 y 40 s encontrándose valores adecuado a 20 s (39).

#### **1.1.4.2. Métodos empleados para medir la profundidad de polimerización**

##### **a. Profundidad de curado por la norma ISO 4049**

La norma emitida por la Organización Internacional de estandarización (ISO) que indica los requerimientos mínimos y las formas de prueba estándar para los materiales compuestos dentales es la norma ISO 4049. En esta son evaluadas varias de las características de estos materiales incluyendo la profundidad de curado o polimerización para los materiales de fotopolimerización como son las resinas compuestas (33).

Para determinarlo, según la norma ISO se utiliza un molde metálico de 4 mm de diámetro, si el fabricante afirma una profundidad mayor a 3 mm, el molde será al menos 2 mm más largo que el doble de la profundidad de polimerización. En donde se empaquetará la resina en el molde poner el portaobjetos en la parte superior y colocar suavemente la fuente de



fotopolimerización. Irradiar el material durante el tiempo recomendado por el fabricante, inmediatamente después de la finalización de radiación, retirar la muestra del molde y retirar el material no polimerizado con la espátula de resina. Medir la altura del cilindro de resina polimerizada usando el micrómetro de 0,1 mm de precisión y dividir el valor entre dos, el resultado determina la profundidad de polimerización (40).

De acuerdo a la norma ISO 4049-2009, la profundidad de polimerización debe ser inferior solo en un 0,5 mm de lo que establece el fabricante (41).

#### **b. La profundidad de curado por perfiles de dureza Vickers**

Se realiza con un molde de acero inoxidable reutilizable, en forma de bloque con una muesca semicircular de 10 mm de longitud y 4 mm de diámetro. Se llena la muesca semicircular completamente el compuesto de resina y se fotopolimeriza el compuesto de resina a través de la abertura semicircular (superficie superior) durante 20 s manteniendo la punta de la unidad de fotopolimerización adherido a la tira transparente.

Después de la fotopolimerización, se eliminan las tiras transparentes, se coloca el molde de resina en un dispositivo de indentación de microdureza Vickers (36).

### **1.2. Antecedentes**

#### **1.2.1. A nivel global**

Pirmoradian *et al.* (2020) en su investigación titulada “Grado de conversión y microdureza de los compuesto Bulk-fill dentales polimerizados por unidades de fotopolimerización LED y QTH” donde se tuvo como objetivo establecer el grado de conversión de monómeros para determinar el rendimiento mecánico y clínico de los compuestos de resina dental. Este estudio investigó la idoneidad de la polimerización de dos compuestos de resina bulk fill polimerizados por unidades de fotopolimerización de cuarzo-tungsteno-halógeno (QTH) y diodo emisor de luz (LED) a diferentes profundidades. En la metodología se prepararon dos resinas compuestas Bulk-fill (X-tra fill; Voco y Tetric N-Ceram Bulk-fill Ivoclar-Vivadent) con diámetros de 7 mm y espesores de 1-4 mm y se fotopolimerizaron mediante LED o QTH. Luego, se evaluaron el grado de conversión (DC) y la microdureza de los dos compuestos Bulk fill. En los resultados, la microdureza del relleno X-tra fill fue

significativamente mayor que la de Tetric N-Ceram polimerizado por LED o QTH. La microdureza y la DC de X-tra fill no mostraron diferencias significativas entre los incrementos independientemente del tipo de fuente de luz. Sin embargo, la DC disminuyó significativamente en incrementos profundos para Tetric N-Ceram polimerizado por QTH. En las conclusiones se determinó que la eficacia de polimerización de los dos compuestos de resina Bulk fill fueron diferentes en términos de la profundidad de curado y el tipo de fuente de luz. La DC y la microdureza del compuesto Bulk fill X-tra fill polimerizado por QTH o LED no disminuyeron hasta un espesor de 4 mm. Por lo tanto, las nuevas generaciones de fuentes de luz LED son mejores opciones para polimerizar los compuestos de resina Bulk fill que QTH (42).

Paredes (2020), en su investigación titulada “Microdureza de una resina Bulk-fill y su relación con la forma de activación y tipo de lámpara” en su estudio utilizó 20 cuerpos de prueba, divididos en 4 grupos (n=5), en la metodología fueron elaborados con matrices de teflón bipartitas con diámetro interno de 7 mm y 10 mm, ambos cilindros con una profundidad de 5 mm. Para la fotoactivación se empleó una lámpara multipico (L1) y una lámpara unipico (L2); se realizó dos formas de activación: la primera a 90° por 20s con L1 y L2 y la segunda con giro progresivo de 90° a 180° por 20s para L1 y L2 y se realizó el ensayo de microdureza (HV) con una fuerza de 50g durante 15s, con 10 lecturas por muestra; 5 en la cara superior y 5 en la cara inferior. Para el análisis de los datos se realizó una prueba de ANOVA con post hoc de Tukey. En los resultados la lámpara multipico L1 obtuvo mayores valores de microdureza (43.95 HV) al ser comparada con la lámpara unipico L2 (39.68 HV); en cuanto a la superficie, la cara superior presentó mejor microdureza (59.86) que la cara inferior (23.77 HV); respecto a la forma de activación no existió diferencia estadística entre los dos tipos de activación, obteniendo a 90° (42.46 HV) y para la activación de 90° a 180° (41.17 HV). Donde se concluye que la forma de activación no influyó en la microdureza (HV) de la resina Bulk-fill, pero si influyó el tipo de lámpara (43).

Hasslen (2019), en su investigación titulada “Profundidad de curado de alta viscosidad Bulk-fill y resinas compuestas convencionales que utilizan exposiciones de irradiación variables con una unidad de curado por diodos emisores de luz” en donde el propósito de este estudio fue determinar la profundidad de curado (DOC)

de tres compuestos a base de resina (RBC) utilizando exposiciones de irradiación variables con una unidad de curado de diodos emisores de luz con cable. El DOC para Filtek Z250, TPH Spectra y Tetric EvoCeram bulk fill, la metodología se determinó mediante la Organización Internacional de normalización ISO 4049. Los monómeros se polimerizaron con luz usando tres diferentes modos de energía y recomendados por el fabricante y además se considera los tiempos de curado. La irradiación se determinó utilizando un sensor del espectrómetro y la densidad de energía total fue calculado para cada modo de potencia y concomitante tiempo de polimerización. En los resultados los datos del DOC fueron analizados con un análisis de varianza bidireccional y Tukey prueba post hoc, donde la resina Tetric EvoCeram bulk fill produjo profundidad de curado significativamente mayores que TPH Spectra y Z250 ( $P < 0.05$ ) para los tres ajustes de modo de energía, en general la polimerización de Tetric EvoCeram Bulk fill fue mayor que los de TPH y Z250 en todos los ajustes de potencia, pero individualmente no mostraron un DOC significativo diferente entre los tres ajustes de potencia ( $P > 0,05$ ) (44).

Cidreira *et al.* (2019) en la investigación titulada “Rendimiento clínico y propiedades químo-físicas de compuestos de resina Bulk-fill: una revisión sistemática y un metanálisis” tuvo como objetivo de estudio realizar un metanálisis de estudios clínicos y de laboratorio para comparar el desempeño de las resinas compuestas Bulk fill y convencionales en términos de contracción de polimerización, estrés de polimerización, cúspide de flexión, calidad marginal, grado de conversión, micro dureza, resistencia a la flexión, resistencia a la fractura y rendimiento clínico. En este estudio se incluyeron 103 artículos, empleándose la metodología de Peto para comparar los compuestos masivos y convencionales utilizando el software RevMan. Llegando a la conclusión que los materiales de relleno Bulk fill muestran un desempeño mejor o similar a las resinas convencionales, mientras que ambos materiales presentaron una calidad marginal, resistencia a la flexión y resistencia a la fractura similares. Además, los materiales de relleno Bulk fill con viscosidad regular mostraron una contracción similar. En los resultados la conversión de materiales de relleno Bulk fill con consistencia fluida fue similar a la de las resinas compuestas convencionales con un espesor de hasta 2 mm y mayor que la de los compuestos convencionales con un espesor superior a 2 mm, a pesar de estas diferencias in vitro, el rendimiento clínico de las resinas compuestas convencionales y Bulk fill fue

similar en los ensayos clínicos aleatorizados, con un seguimiento de uno a diez años (16).

Daugherty *et al.* (2018) en su investigación titulada “Efecto de alta intensidad de las luces de polimerización de compuesto Bulk-fill”, cuyo propósito fue investigar el efecto de las unidades de fotocurado de alta irradiación, sobre la profundidad de curado y grado de polimerización de resinas compuestas Bulk fill, en la metodología del estudio la profundidad de polimerización de los compuestos (Beautiful-Bulk, SHOFU; Filtek-Bulk-fill, 3M ESPE; TetricEvoCeram-Bulk-fill, Ivoclar; Sonic-fill-2, Kerr; Venus-Bulk-fill, Heraeus; Z250, 3M-ESPE), se midieron de acuerdo con ISO-4049 usando luz de alta irradiación (FlashMax-P3, CMSDental; SPEC3, Coltene) y luz convencional (Paradigm, 3M-ESPE) para los tiempos de exposición: 3/9-s, 3/20-s, y 10/20-s respectivamente. En los resultados se encontraron diferencias significativas en la profundidad de curado entre las unidades de alta irradiación para las diversas exposiciones. Todas las resinas Bulk fill no cumplieron con la profundidad de curado indicado por los fabricantes de acuerdo al ISO-4049 con luz de alta irradiación con exposiciones de 3 s, con la irradiación estándar y con 20 s las exposiciones superaron a todas las demás combinaciones de irradiación (45).

AlShaafi MM, et al. (2018), en su investigación “Efecto tipo y diámetro de profundidad de curado de tres resinas compuestas”, donde el objetivo fue evaluar los efectos de diferentes materiales de moldes, sus diámetros y unidades de fotopolimerización sobre las propiedades mecánicas de tres resinas compuestas. En la metodología se emplearon resinas de nanopartículas convencionales (Filtek Supreme Ultra, 3M) y dos materiales de resinas compuestas Bulk fill, Tetric Evoceram Bulk fill (Ivoclar Vivadent) y Aura Bulk fill (SDI). Se fabricaron un total de 240 muestras utilizando moldes de Delrin semitransparentes blancos y metálicos de 4 o 10 mm de diámetro. Los monómeros se fotopolimerizaron durante 40 segundos en la configuración de alta potencia de una unidad de curado de diodos emisores de luz (LED) monowave (DeepCure-S, 3M Oral Care) o polywave (Bluephase G2, Ivoclar Vivadent). La profundidad de curado se determinó mediante una prueba de raspado, de acuerdo con el método de prueba ISO 4049 de 2009. Los datos se analizaron mediante un análisis de varianza multivariado seguido de la prueba de comparación múltiple de Tukey ( $p < 0,05$ ). En los resultados cuando se fotopolimeriza durante 40 segundos, ambas unidades de curado LED lograron la

misma profundidad de curado ( $p=0.157$ ). En las conclusiones del estudio la polimerización con luz de curado LED de onda polivalente o de onda única dieron como resultado la misma profundidad de curado en las resinas compuestas, la mayor profundidad de curado siempre se logró utilizando el molde Delrin de 10 mm de diámetro, de los tres monómeros probados, tanto Tetric Bulk fill como Aura lograron una profundidad de curado de 4 mm cuando se probaron en el molde de metal de 10 mm de diámetro. Tetric Bulk fill fue el más transparente y tuvo la mayor profundidad de curado, y las resinas convencionales tuvieron menor profundidad de curado (46).

Lima *et al.* (2018) en su investigación titulada “Profundidad de curado de resinas compuestas Bulk-fill: una revisión sistemática” con el objetivo de evaluar la evidencia científica con respecto a la profundidad de curado de los compuestos de resina Bulk fill (BFRC) y factores relacionados. En la metodología se accedió a las bases de datos de PubMed/Medline, Embase, Scopus e ISI Web of Science desde octubre de 2016 a mayo de 2017. Se incluyeron investigaciones publicadas en inglés que evaluaban la profundidad de curado de BFRC mediante prueba de microdureza y/o grado de conversión (DC). Se excluyeron los estudios que utilizan exclusivamente ISO 4049. Teniendo como resultados que se encontraron 742 estudios de los cuales se incluyeron 33 y de estos 21 estudios evaluaron la microdureza de los BFRC, 10 mostraron relaciones inferiores/superiores aceptables ( $\geq 0.8$ ) para todos los materiales probados. Sin embargo, los resultados dependientes del material y las relaciones de microdureza inferior/superior no satisfactorias ( $< 0.8$ ) se informaron en 9 y 2 investigaciones, respectivamente. De 19 estudios que evaluaron la CD, 11 mostraron resultados aceptables ( $\geq 50\%$ ) para todos los BFRC probados, mientras que 8 estudios informaron resultados dependientes del material. En general, la irradiancia de las unidades de fotopolimerización (LCU) varió de 650 a 1330  $\text{mW}/\text{cm}^2$  con exposiciones de tiempo de 5 a 60 segundos. Se observaron resultados favorables de profundidad de curado con el uso de LCU que emiten irradiancia  $\geq 1000$   $\text{mW}/\text{cm}^2$  y tiempos de exposición  $\geq 20$  segundos. Concluye que la alta profundidad de las tasas de curado de los BFRC depende de algunos factores como el material, la irradiación y el tiempo de exposición. Las LCU polywave fueron útiles, pero no esenciales para polimerizar BFRC que contienen fotoiniciadores alternativos. La significancia clínica en donde los dispositivos de curado LED (polywave o monowave) muestran una irradiancia  $\geq 1000$   $\text{mW}/\text{cm}^2$  y 20 segundos de exposición

son imperativos para lograr una polimerización exitosa de la mayoría de las Bulk fill (47).

González *et al.* (2018) en su investigación “Eficiencia de polimerización de resinas Bulk fill de 4 mm de profundidad: Revisión sistemática explicativa” teniendo como objetivo sintetizar con un enfoque sistemático, la evidencia científica y reconstruir información sobre la eficiencia de polimerización de las resinas Bulk fill. Metodología: PRISMA Extension for Scoping reviews (PRISMA-ScR) 2018. La búsqueda se realizó en las bases de datos PUBMED, multibuscador de la biblioteca UNAB (Web of Science) utilizando los siguientes términos de búsqueda: “Bulk fill” AND “Polymerization”. Como resultados se tiene que la irradiación de 121 de 229 resinas compuestas Bulk fill ocuparon una irradiación en el rango 900-1400mW/cm<sup>2</sup>, donde se obtuvo la mayor cantidad de resultados aceptables, los cuales ocuparon un tiempo de exposición entre 11 y 20 segundos. La profundidad de curado fue evaluada a través de 6 pruebas, donde con un 38% la más utilizada fue la prueba de dureza de Vickers. Llegando a la conclusión que los dispositivos que tengan irradiación en el rango 900-1400mW/cm<sup>2</sup> fueron los más estudiados que lograron una profundidad de curado aceptable en la mayoría de las resinas Bulk fill en los dispositivos con tiempos de exposición de 20 segundos fueron los que mejores resultados lograron (48).

Gan *et al.* (2018) en su investigación “Compuesto Bulk-fill: eficacia del curado con poly y monowave, fotocurado y modos”, donde tuvo como objetivo comparar la efectividad de la polimerización de resinas Bulk fill utilizando diodos emisores de luz de onda polivalente LED; con varios modos de curado, LED de onda única y lámparas de curado halógenas convencionales. En la metodología las resinas compuestas bulk fill evaluados fueron Tetric N-Ceram Bulk-fill (TNC), que contenía un nuevo fotoiniciador de germanio (Ivocerin) y Smart Dentin Replacement (SDR), los materiales compuestos se colocaron en moldes de polivinilo negro cilíndricos de 4 mm de altura y 3 mm de diámetro y se fotopolimerizaron como sigue: Bluephase N Polywave High (NH), 1200 mW/cm<sup>2</sup> (10 segundos); Bluephase N Polywave Low (NL), 650 mW/cm<sup>2</sup> (18,5 segundos); arranque suave Bluephase N Polywave (NS), 0-650 mW cm<sup>2</sup> (5 segundos) 1200 mW/cm<sup>2</sup> (10 segundos); Bluephase N Monowave (NM), 800 mW/cm<sup>2</sup> (15 segundos); QHL75 (QH), 550 mW/cm<sup>2</sup> (21,8 segundos). En los resultados la producción de energía total se fijó en 12.000 mJ/cm<sup>2</sup> para todas las luces/modos, con la excepción de NS. Las muestras fotocuradas se almacenaron en

un recipiente a prueba de luz a 37 °C durante 24 horas, y se determinó la dureza (número de dureza Knoop) de las superficies superior e inferior de las muestras usando un probador de microdureza Knoop (n=6), si bien no se observaron diferencias significativas en las relaciones de dureza entre las luces/modos de curado para TNC, la relación de dureza obtenida con NM fue significativamente mayor que la relación de dureza obtenida para NL para SDR (49).

Chesterman *et al.* (2017) en su investigación “Materiales de restauración a base de resinas compuestas Bulk-fill: una revisión” mencionó que los materiales compuestos a base de resina Bulk fill se utilizan cada vez más para la restauración de dientes posteriores. En la metodología es un estudio descriptivo, la creciente demanda de restauraciones estéticas para el color de los dientes, junto con las preocupaciones del paciente con respecto al uso de restauraciones que contienen mercurio, ha impulsado un aumento en el uso de materiales de resinas Bulk fill. Dado que la Convención de Minamata en 2013 pidió la eliminación gradual de las amalgamas dentales y las escuelas de odontología que enseñan cada vez más técnicas para las restauraciones en los dientes posteriores, es probable que la dependencia de la profesión dental para la restauración de los dientes posteriores solo aumente. Para simplificar y acelerar la restauración dental posterior, los fabricantes han producido una gama de materiales que se pueden colocar en incrementos únicos o más profundos, conocidos como bulk fill (50).

Rueggeberg (2017) en su investigación “Fotopolimerización en odontología e implicaciones clínicas: revisión de la literatura” analiza que la odontología contemporánea literalmente no se puede realizar sin el uso de materiales de restauración a base de resina. Con el éxito de la unión de materiales de resina a las estructuras dentales, ha surgido un ámbito aún más amplio de aplicaciones clínicas para estas líneas de productos. El método es descriptivo, la comprensión de los eventos básicos que ocurren en cualquier mecanismo de polimerización dental, independientemente del modo de activación del proceso, permitirá a los dentistas apreciar mejor las tremendas mejoras que se han realizado a lo largo de los años y también proporcionará información valiosa sobre las diferencias entre los fabricantes de estrategias, utilizar para optimizar el rendimiento del producto, así como los factores que están bajo el control del cirujano dentista, por lo que pueden influir en el resultado a largo plazo de sus procedimientos de restauración (51).

Van *et al.* (2017) en su investigación “Materiales compuestos Bulk-fill: una revisión de la literatura actual” en su investigación con el objetivo de este artículo fue proporcionar una descripción general de la literatura sobre los compuestos Bulk fill actualmente disponibles y describir las tendencias comunes, así como las amplias variaciones. La metodología fue descriptiva teniendo como resultado que esta revisión reveló que los compuestos bulk fill difieren más de los compuestos convencionales en su mayor profundidad de curado, que podría atribuirse principalmente a un aumento de la translucidez de sus partículas de relleno. Sin embargo, la literatura es inconsistente con respecto a la determinación de la profundidad de curado. Los compuestos Bulk fill “base” fluidos parecen más adecuados para cavidades estrechas de más de 4 mm, en particular cuando se desea un mayor potencial de adaptación gracias a una mejor fluidez en configuraciones de cavidades menos accesibles (11).

Corral *et al.* (2015) en su investigación “Revisión del estado actual de resinas compuestas Bulk-fill. Revisión del estado actual de resinas compuestas Bulk-fill”, en este estudio se menciona que recientemente han aparecido las resinas compuestas Bulk-fill (RBFs), las cuales, de acuerdo a los fabricantes, se podrían utilizar para restaurar cavidades en incrementos de 4-5 mm. Esto significaría probablemente una simplificación importante de la técnica, con respecto a la técnica incremental. Sin embargo, las propiedades y modos de empleo de las RBFs varían significativamente entre ellas. Además, debido a su corta data de aparición en el mercado, todavía existe una escasez de estudios clínicos que avalen el desempeño clínico de estos materiales. En la metodología se realizó una revisión del estado del arte de la literatura disponible en la base de datos Medline/Pubmed y Scielo, publicados entre los años 2000 al 2014, detallándose la composición, clasificación y los resultados de las investigaciones publicadas actualmente en donde se hace referencia a la composición y comportamiento observado en estudios in vitro donde se sugiere esperar por evidencia más consistente para estos productos, con el fin de que ayuden al clínico en la toma correcta de decisiones (7).

Zorzin *et al.* (2015) en su investigación “Resinas compuestas Bulk-fill: Propiedades de polimerización y fotopolimerización prolongada” tuvo como objetivo propuesto evaluar las propiedades de polimerización de compuestos de resina Bulk fill utilizando dos protocolos de fotopolimerización diferentes, en términos de grado de



conversión (DC), dureza Vickers (HV), contracción del volumen de polimerización (PVS) y tensión de contracción de polimerización (PSS) y compárelos con los compuestos de resinas convencionales condensables y fluidas. Método fotopolimerización se realizó durante 30 s según las instrucciones del fabricante (1200 mW/cm<sup>2</sup>, Bluephase 2, Ivoclar-Vivadent). Para el DC y HV, se emplearon discos (n=5) de 2 o 4 mm de espesor se prepararon y se almacenaron durante 24 h en agua destilada a 37°C, el DC se determinó mediante espectroscopía, el DC y HV se midieron en la parte superior e inferior de las muestras. En los resultados se tuvo que a excepción de la resina Z250 en el modo de fotopolimerización que los fabricantes indican, todos los materiales no mostraron un porcentaje DC inferior significativo a 4 mm de espesor, cuando se fotopolimerizó durante 30 s, el Z250 no tuvo diferencias significativas en el porcentaje de CC a 2 o 4 mm en comparación con la parte superior. FBF, TBF, FSF y Z250 mostraron una reducción significativa de HV a 4 mm en ambos modos de fotocurado Z250 y TBF mostraron el PVS más bajo y FSF el PSS más alto en ambos modos de curado (52).

Alonso *et al.* (2014) en su investigación “Concentración de fotoiniciador y fotoactivación modulada: influencia en las características de polimerización de compuestos experimentales” Este estudio determinó la influencia de la concentración de fotoiniciador en las características de polimerización de compuestos experimentales fotoactivados por diferentes métodos. En materiales y métodos los compuestos resinosos basados en BisGMA/TEGDMA y el 65% de relleno se prepararon con la concentración de canforoquinona/amina C1-0.5%, C2-1%, C3-1.5%, y se fotocuraron usando 4 métodos: alta intensidad (HI), baja intensidad (LI), arranque suave (SS) y de pulso (PD). Se determinaron el grado de conversión (DC), la profundidad de curado (DCure) y la densidad de reticulación (CLD). Los resultados se analizaron con ANOVA y Tukey pruebas ( $p < 0,05$ ) DC y DCure revelaron que no hubo diferencias significativas entre los métodos de fotoactivación C3 y C2 mostraron DC mayor que C1, la evaluación de CLD reveló diferencias considerables entre los métodos de fotoactivación, la concentración del fotoiniciador es un factor determinante en las características de polimerización de las resinas compuestas. Los compuestos resinosos con baja concentración de fotoiniciador muestran CD y DCure disminuidos, en comparación con los compuestos con concentraciones más altas. Los métodos de fotoactivación no tuvieron ningún efecto

sobre la DC y DCure, sin embargo, los métodos de fotoactivación mostraron diferencias cuando se probó la CLD para compuestos con mayor concentración de fotoiniciadores (53).

Bucuta (2014) en su investigación “Transmisión de luz y propiedades micro-mecánicas de las resinas Bulk- fill frente a las resinas compuestas convencionales” teniendo como objetivo cuantificar la luz azul que atraviesa diferentes espesores incrementales de la resina Bulk fill en comparación con los compuestos convencionales a base de resina (RBC) y relacionarla con las propiedades mecánicas inducidas. En los métodos los especímenes ( $n=5$ ) de tres espesores incrementales (2, 4 y 6 mm) se curaron desde la parte superior durante 20 s, mientras que, en la parte inferior, un espectrómetro monitorizó en tiempo real la irradiación transmitida, en donde las propiedades micromecánicas (dureza Vickers (HV) y módulo de indentación (MI). Concluyendo que la profundidad de curado depende de la translucidez, menor viscosidad de la resina Bulk fill, tiene menor propiedad mecánica que todos los tipos de otros materiales analizados. Todas las resinas Bulk fill, son más transparentes para la luz azul, que las convencionales, las resinas Bulk fill de baja viscosidad tienen propiedades mecánicas más bajas que todos los demás tipos de materiales analizados (10).

García (2014) en su investigación “Contracción y profundidad de polimerización de curado en resinas compuestas fluidas Bulk fill” en donde evaluó la contracción de la polimerización y la profundidad de curado de dos compuestos Bulk fill, un compuesto nanohíbrido modificado de consistencia fluida y un compuesto fluido estándar, comparando el método de raspado con la prueba de dureza Knoop. En la metodología los resultados, después de 24 horas de almacenamiento en seco, se aplicó un penetrador Knoop a una carga de 100 g durante 11 segundos. Se realizaron tres lecturas en la parte superior e inferior de cada muestra y se promediaron para cada superficie para calcular un valor de dureza Knoop y una relación de dureza inferior/superior. Se utilizaron análisis de varianza unidireccional y pruebas de Tukey para determinar diferencias significativas entre espesores y entre métodos de prueba para cada material. En los resultados Sonicfill tuvo valores de contracción significativamente más bajos ( $p, 0.05$ ) que todos los demás materiales, para las mediciones de dureza máxima, todos los materiales exhibieron valores similares, independientemente del espesor (54).

Flury *et al* (2012) en su investigación “Profundidad de curado de los compuestos de resina: ¿Es el método ISO 4049 adecuado para materiales Bulk-fill?” con objetivo para evaluar si la profundidad de curado  $D^{ISO}$ , determinado por el método ISO 4049 se refleja con precisión con materiales Bulk-fill cuando se compara con la profundidad de curado, determinado por Vickers. En la metodología se prepararon con dos materiales de control (Filtek Supreme Plus, Filtek Silorane) y cuatro resinas compuestas Bulk fill (Sure fil SDR, Venus Bulk fill, Quix fil, Tetric EvoCeram Bulk fill) y se fotopolimerizaron durante 10 a 20 s. En los resultados el estudio encontró que para materiales Bulk-fill, el método ISO 4049 sobrestimó la profundidad de curado en comparación con la determinación de las estimaciones de dureza de Vickers del grado de conversión (40).

Ferracane (2011) en su investigación “Compuesto de resina: estado de la técnica”, el objetivo es revisar el estado actual de la técnica de los materiales de resinas compuestas. En los métodos, se elaboró un esquema de los aspectos más importantes de las resinas compuestas dentales y se realizó una búsqueda bibliográfica posterior de artículos relacionados con su formulación, propiedades y consideraciones clínicas utilizando PubMed, seguida de una búsqueda manual de citas de artículos relevantes. En los resultados el estado actual de la técnica de los compuestos dentales incluye una vasta variedad de materiales con una amplia gama de propiedades mecánicas, características de manejo y posibilidades estéticas. Este mercado altamente competitivo continúa evolucionando, con el mayor énfasis en el pasado en producir materiales con la resistencia adecuada y alta resistencia al desgaste y retención de la capacidad de pulido. Los esfuerzos de investigación y desarrollo más recientes han abordado el problema de la contracción de la polimerización y la tensión que la acompaña, que puede tener un efecto deletéreo en la unión entre la resina compuesta y el diente. Los esfuerzos actuales se centran en la entrega de materiales con beneficios potencialmente terapéuticos y propiedades autoadhesivas, estas últimas conducen a una colocación realmente simplificada en la boca (5).

Montserrat & Carrillo (2009) en su investigación “Métodos de activación de la fotopolimerización”. En la metodología es una revisión sistemática de las diferentes fuentes de luz y métodos de fotopolimerización, además de la revisión del desarrollo de las diferentes formas y nuevos protocolos para el curado por luz de los materiales

de resina compuesta, en relación a obtener las mejores propiedades físicas de la restauración y la disminución de la contracción por polimerización (55).

Kinomoto *et al.* (1999) en su investigación “Comparación de las tensiones de contracción de polimerización entre auto y resinas compuestas fotopolimerizables”, el objetivo de este estudio fue examinar las distribuciones y las magnitudes de las tensiones internas en restauraciones de resinas autopolimerizables y fotopolimerizables resultantes de la contracción de la polimerización. El método fue cavidades en forma de caja de junta a tope ( $5 \times 2,0 \text{ mm}^2$ , 2,0 mm de profundidad) preparados en moldes compuestos se llenaron con un compuesto de resina transparente fotopolimerizables, las restauraciones se seccionaron perpendicularmente a los ejes longitudinales de las cavidades y se observaron con microscopios polarizadores. Las tensiones principales en las restauraciones, tensiones normales y de cizallamiento en la pared de la cavidad se evaluaron mediante análisis fotoelástico. Teniendo como resultados que las distribuciones de las tensiones principales y las tensiones generadas en la pared de la cavidad tanto en las restauraciones de resinas autopolimerizables como fotopolimerizables fueron similares. La tensión máxima generada en la pared de la cavidad en las restauraciones de compuestos fotopolimerizables fue dos veces mayor que la observada en las restauraciones autopolimerizables. Conclusiones: Los resultados de este estudio indicaron que la diferencia en la magnitud de las tensiones internas entre los compuestos autopolimerizables y fotopolimerizables no estaba relacionada con la distribución de las tensiones (3).

### 1.2.2. A nivel nacional

Gutierrez-Leiva (2020) en su investigación “Comparación de la profundidad de polimerización de resinas compuestas bulk fill obtenida con dos unidades de fotoactivación LED: polywave versus monowave” En donde el objetivo fue comparar la profundidad de polimerización de tres resinas compuestas Bulk fill obtenida con dos unidades de fotoactivación LED (polywave versus monowave). En la metodología las resinas compuestas Bulk fill fueron: Filtek One Bulk fill Restorative (3M ESPE), Tetric N-Ceram Bulk fill (Ivoclar Vivadent) y Opus Bulk fill APS (FGM), en donde se confeccionaron cuerpos de prueba ( $n=5$ ) de formato cilíndrico (4 mm de diámetro y 10 mm altura) para la evaluación de la profundidad de

polimerización según la norma ISO 4049. Fueron empleadas dos unidades de fotoactivación LED de diferentes tecnologías: Bluephase N (Tecnología Polywave - Ivoclar Vivadent) y LED D (Tecnología Monowave - Woodpecker) con densidad de energía de  $24 \text{ J/cm}^2$ . Los datos fueron analizados por medio del análisis de la varianza de dos factores y la prueba post hoc de Tukey ( $\alpha= 5\%$ ). En los resultados se obtuvo la LED D produjo mayores valores de profundidad de polimerización en todas las resinas compuestas Bulk fill evaluadas ( $p<0,05$ ). Los valores obtenidos con Bluephase N fueron:  $3,87 \text{ (TNC)} > 3,74 \text{ (FO)} > 3,31 \text{ (OP)}$  y con LED D fueron  $4,29 \text{ (TNC)} > 4,11 \text{ (FO)} > 3,92 \text{ (OP)}$ . Se determinó que la unidad de fotoactivación LED D de tecnología monowave produjo mayor profundidad de polimerización que la de tecnología polywave, concluyéndose que independientemente de la resina compuesta bulk fill utilizada las resinas compuestas tuvieron diferentes valores de profundidad de polimerización (56).

Boza (2015) en su investigación “Estudio de la profundidad de polimerización de resinas bulk fill a diferentes distancias de fotoactivación” donde cuyo objetivo fue determinar la profundidad de polimerización de las resinas Bulk fill al ser fotoactivadas a diferentes distancias. La parte experimental se realizó utilizando el método ISO 4049, se elaboraron 36 moldes cilíndricos de 4 mm de diámetro y 12 mm de altura, en las cuales se colocó la resina; se elaboraron 12 muestras de dos tipos de resina y se dividieron de acuerdo a la distancia de fotoactivación (0 mm y 4 mm) por lo que se obtuvieron 6 grupos con 6 muestras de resina en cada grupo, todas se polimerizaron por LED a 10 segundos. La medición de la altura absoluta polimerizada de las muestras se realizó con un micrómetro de 0,01mm de precisión, finalmente cada altura absoluta fue dividida entre 2 lo cual se registró como la profundidad de polimerización de cada muestra. Los datos fueron sometidos a la prueba T-Student para muestras independientes y a la prueba ANOVA con un nivel de confianza de 95%. Los resultados mostraron que la resina A presentó mayor profundidad de polimerización que la resina B para las dos distancias de fotoactivación (0 mm y 4 mm). Los datos mostraron valores de  $p<0.05$  siendo estadísticamente significativa entre las resinas evaluadas. Se concluyó que las profundidades de polimerización de las resinas “Bulk fill” están determinadas por la distancia de fotoactivación siendo favorable a 0 mm (57).



### **1.2.3. A nivel local**

No se encontraron antecedentes locales.

## CAPÍTULO II

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

#### 2.1. Identificación del problema

En la sociedad actual, la estética se ha vuelto una meta y a veces una obsesión por parte de los pacientes, y para lograrla la odontología restauradora juega un papel importante; es por eso que existe un gran avance en el campo de la estética que impera a todos los niveles en la sociedad moderna, hasta tal punto que es no solo una petición por parte de los pacientes, sino una exigencia ante el profesional en la Odontología (58).

Inicialmente las resinas compuestas se emplearon solo como un material de restauración para piezas anteriores, pero sus propiedades físicas que evolucionaron para ser utilizados como un material restaurativo para piezas posteriores, esto implica una demanda creciente de técnicas de restauración más simples y menos pasos (51).

El problema de investigación nace debido a que las resinas Bulk fill son resinas compuestas de restauración muy empleadas en odontología, que son relativamente nuevas en el mercado, sin embargo, no se tiene estudios de investigación que refieren a los modos de fotoactivación y su influencia en la profundidad de polimerización en este tipo particular de resina.

En la fotopolimerización la fase orgánica sufre una contracción en este proceso que es minimizada gracias a la fase inorgánica. En la actualidad muchos de los fabricantes de los materiales dentales más importantes han introducido en el mercado lo que se conoce como resinas con técnica monoincremental o resinas compuestas Bulk fill, estas resinas presentan una profundidad de polimerización de hasta 4 o 5 mm (50), a diferencia de las

resinas convencionales que tiene una profundidad de polimerización solamente de 2mm con ello se logra menos tiempo de trabajo clínico (51).

Con esta cualidad, los profesionales en odontología pueden aplicar menos incrementos para la restauración de una pieza dentaria, lo que hace de esta técnica el empleo de menor tiempo de trabajo en el consultorio, sin perder su calidad que hace que la aplicación de estas resinas compuestas bulk fill en piezas posteriores sea aún más sencillo, fácil y eficiente manteniendo sus propiedades físicas adecuadas (50).

Sin embargo, García y col. reportaron para para algunas resinas Bulk fill valores de profundidad de curado de 3,46 mm en promedio, estando así bajo la norma ISO, mientras que las resinas bulk fill de otras marcas arrojaron valores que cumplen con dicha especificación (profundidad de curado promedio: 5,01 mm). Los autores explican que la menor profundidad de curado se puede deber a la menor transmisión de la luz por el material, debido a posibles pigmentos de la resina (54).

Con el objetivo de mejorar y proporcionar una polimerización adecuada, se tiene en el mercado odontológico diversos tipos de aparatos fotopolimerizadores, los cuales se diferencian por diversas cualidades como, el tipo de luz utilizada, variación en el intervalo de longitud de onda, potencia y los modos de fotopolimerización (59).

Esta diversidad ha causado dudas a los profesionales de odontología, principalmente en lo que se refiere a la selección de la unidad de fotopolimerización y el modo adecuado que sea más efectivo en el proceso de polimerización de las resinas compuestas de incrementos de 4 mm como lo especifica el fabricante, sin embargo, al ser fotoactivadas empleando los modos de fotoactivación no se sabe con certeza si se logrará obtener un resultado con adecuadas propiedades físicas y que le darán mayor permanencia en boca ya que una polimerización deficiente trae consigo microfiltración y posteriormente recidiva de caries, es por ello que se plantean muchas interrogantes sobre el comportamiento que adquieren al ser polimerizadas.

Por esta razón, el presente estudio tiene importancia clínica porque permitirá incrementar los conocimiento acerca de los diferentes modos de fotoactivación con luz emitida por diodos y su influencia en la profundidad de polimerización de las resinas compuestas bulk fill ya que en la actualidad estamos frente a esta novedosa resina monoincremental que es reciente y tiene en el mercado muy poco tiempo, además que esta resina tiene ligeras



modificaciones en su composición que permite un trabajo monoincremental en un solo paso.

## 2.2. Enunciados del problema

### a. Problema general

- ¿Cuál será el resultado de la evaluación de los modos de fotopolimerización con luz emitida por diodos en la profundidad de polimerización de las resinas compuestas Bulk fill de tipo A y B, Puno 2018?

## 2.3. Justificación

En la actualidad es obligatorio que el profesional en Odontología este acorde al avance en lo que se refiere al conocimiento de los materiales que se utilizan en el quehacer cotidiano de la profesión, pero es importante además identificar las propiedades físicas de las resinas compuestas al ser fotopolimerizadas con unidades de polimerización en resinas compuestas con diferentes técnicas de restauración (60,61).

La restauración dentaria con resinas compuestas es el tratamiento que en mayor porcentaje se realiza en la práctica clínica por lo que deben ser duraderas y deben poseer propiedades que les permitan resistir a fuerzas en el tiempo ya que en la masticación se producen fuerzas continuas, y las resinas no solo deben ofrecernos facilidad de trabajo al operador, si no también durabilidad en boca para el paciente (62).

En investigaciones se concuerda la necesidad de emplear la resina compuesta convencional en incrementos de 2 mm de espesor y esto no es un fenómeno completamente nuevo (38,63). Como es en caso de preparaciones profundas o extensas, se aplicaría varias capas del material, haciendo el trabajo de alta complejidad técnica que consume tiempo, además de involucrar ciertos riesgos como la incorporación de burbujas de aire o contaminación entre capas hacen de esta técnica más laboriosa (64). Por lo que el deseo de los cirujanos dentistas es tener procedimientos aún más rápidos, es decir menos incrementos en cavidades profundas ha llevado a la creciente aceptación del llamado resinas Bulk fill que indica incremento de 4 a 6 mm de espesor de los compuestos de resina que se fotopolimerizan durante 10-20 s en la práctica clínica diaria (38).

Las resinas Bulk fill al ser un material nuevo, con poco tiempo en el mercado, por lo no se ha estudiado la longevidad en el tiempo y sus propiedades físicas en comparación a

otras resinas compuestas, esta resina ofrece reducir el tiempo de trabajo y permite monoincrementos de hasta 4 mm en un solo paso y un solo tiempo de polimerización. Si bien esto pareciera una buena característica del material, se sabe que en estudios que incrementos con espesores de más de 3 mm no se lograría una adecuada conversión del material y por ende la resistencia a la compresión se vería reducida (65).

Por lo tanto, el presente trabajo tiene relevancia científica, porque el fin de todo trabajo de investigación es ampliar los conocimientos, en este caso específicamente sobre este nuevo aporte en cuanto a los modos de fotoactivación y su efecto en la profundidad de polimerización de las resinas compuestas de dos marcas diferentes con fotoiniciadores diferentes.

Además, por lo anteriormente indicado se concluye que, con los resultados obtenidos de la investigación, será muy beneficioso para el paciente por que el profesional clínico que empleará la resina compuesta con el modo de fotoactivación adecuada, a fin de conseguir mejores resultados en la profundidad de polimerización.

## **2.4. Objetivos**

### **2.4.1. Objetivo general**

- Evaluar el efecto de los modos de fotoactivación en la profundidad de polimerización de las resinas compuestas Bulk fill tipo A y B, Puno 2018.

### **2.4.2. Objetivos específicos**

- Determinar la profundidad de polimerización de las resinas compuestas Bulk fill de tipo A y B al ser fotoactivada con luz emitida por diodos en modo luz intensa.
- Determinar la profundidad de polimerización de las resinas compuestas Bulk fill de tipo A y B al ser fotoactivada con luz emitida por diodos en modo luz en rampa.
- Determinar la profundidad de polimerización de resinas compuestas Bulk fill de tipo A y B al ser fotoactivada con luz emitida por diodos en modo luz intermitente.

- Comparar la profundidad de polimerización de resinas compuestas Bulk fill tipo A y B al ser fotoactivada con luz emitida por diodos en modos luz intensa, rampa e intermitente.

## 2.5. Hipótesis

### 2.5.1. Hipótesis general

- Ha: Existen diferencias al evaluar el efecto de los modos de fotoactivación con luz emitida por diodos en la profundidad de polimerización de las resinas compuestas Bulk fill tipo A y B, Puno 2018.
- Ho: No existen diferencias al evaluar el efecto de los modos de fotoactivación con luz emitida por diodos en la profundidad de polimerización de las resinas compuestas Bulk fill tipo A y B, Puno 2018.

### 2.5.2. Hipótesis específicas

- La profundidad de polimerización de las resinas compuestas Bulk fill tipo A y B es mayor al ser fotoactivada con luz emitida por diodos en modo luz intensa.
- La profundidad de polimerización de las resinas compuestas Bulk fill tipo A y B es menor al ser fotoactivada con luz emitida por diodos en modo luz en rampa.
- La profundidad de polimerización de las resinas compuestas Bulk fill tipo A y B es menor al ser fotoactivada con luz emitida por diodos en modo luz intermitente.
- Al comparar la profundidad de polimerización de las resinas compuestas Bulk fill tipo A y B al ser fotoactivadas con luz emitida por diodos en modos luz intensa, en rampa e intermitente, existe diferencias significativas.

## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Lugar de estudio

El presente trabajo de investigación se realizó en el departamento de Puno, provincia de Puno y distrito de Puno el cual está ubicado a orillas del Lago Titicaca a 3827 m.s.n.m.

Se realizó en las instalaciones del laboratorio dental del Centro Odontológico Charisma ubicada en la ciudad de Puno.

#### 3.2. Población

Según Bernal (2010), cita autores como, definió a la población como: “El grupo de todos los elementos a los cuales se refiere la investigación. Se puede definir también como el conjunto de todas las unidades de muestreo” (p.164). Por lo cual fue la población de todos los cilindros de resina Bulk fill elaborados en matrices metálicas de 4 mm de diámetro por 10 mm de altura con los criterios de inclusión y exclusión (66).

##### a. Criterios de inclusión

- Cilindros de resina de acuerdo a los estándares universales de ISO 4049-2009.
- Cilindros de resina con uniformidad en sus superficies.
- Cilindros de resina sin fractura.

##### b. Criterios de exclusión

- Cilindros de resina que presenten fisuras o grietas.
- Cilindros de resina que presenten burbujas.
- Cilindros de resina que presenten irregularidades en la superficie.

### **3.3. Muestra**

Segun Otzen & Manterola, 2017, la representatividad de la muestra permite extrapolar y por ende generalizar los resultados observados. Tipo de muestra no probabilístico, por conveniencia a criterio, es una técnica de muestreo donde las muestras de la población se seleccionan solo porque están convenientemente disponibles para el investigador (67).

La muestra estuvo conformada por 90 bloques cilíndricos de resinas compuestas Bulk fill divididos en 6 grupos.

G1=15 cilindros de resina compuesta de 4 mm por 10 mm de altura Tetric N-Ceram Bulk fill fotoactivada con luz emitida por diodos en modo luz intensa.

G2=15 cilindros de resina compuesta de 4 mm por 10 mm de altura Tetric N-Ceram Bulk fill fotoactivada con luz emitida por diodos en modo luz en rampa.

G3=15 cilindros de resina compuesta de 4 mm por 10 mm de altura Tetric N-Ceram Bulk fill fotoactivada con luz emitida por diodos en modo de luz intermitente.

G4=15 cilindros de resina compuesta de 4 mm por 10 mm de altura Filtek™ Bulk fill de 3M ESPE fotoactivada con luz emitida por diodos en modo luz intensa.

G5=15 cilindros de resina compuesta de 4 mm por 10 mm de altura Filtek™ Bulk fill de 3M ESPE fotoactivada con luz emitida por diodos en modo luz en rampa

G6=15 cilindros de resina compuesta de 4 mm por 10 mm de altura Filtek™ Bulk fill de 3M ESPE fotoactivada con luz emitida por diodos en modo de luz intermitente.

### **3.4. Método de investigación**

El diseño del estudio es experimental in vitro, tipo de investigación cuantitativa, nivel relacional, de corte transversal.

### **3.5. Descripción detallada de métodos por objetivos específicos**

Primeramente, se realizó las coordinaciones y autorizaciones previas para la ejecución del trabajo de investigación en el Laboratorio dental del Centro Odontológico Charisma, que presta servicios de laboratorio y atención en odontología, el cual tiene la categorización al nivel I-1 otorgada por el Ministerio de Salud mediante la Dirección Regional de Salud del Gobierno Regional de Puno.

### **3.5.1. Confección de la matriz en donde se elaboró los cilindros de resina compuesta Bulk fill**

Se realizó según la norma ISO 4049 sobre la profundidad de polimerización, en donde la altura de la matriz debe ser 2 mm mayor que el doble de la profundidad afirmada por el fabricante; por lo tanto, los cilindros de resina fueron de 4 mm de diámetro por 10 mm de altura, para la resina tipo A (Tetric N-Ceram Bulk fill) y B (Filtek™ Bulk fill de 3M ESPE) pues ambas resinas indican una polimerización en un solo bloque de 4 mm.

Se empleó una matriz metálica de acero inoxidable que consiste en un agujero cilíndrico de 4 mm de diámetro y 10 mm de altura (figura 1), en la cual se confeccionaron los bloques cilíndricos de resina compuesta Bulk fill, tal como está descrito en las especificaciones de la norma ISO 4049, empleada también por Gutierrez-Leiva(56), referente a la profundidad de polimerización, la matriz metálica se posicionó sobre una platina de vidrio, y a nivel del agujero se situó una cinta de poliéster para luego insertar las resinas compuesta Bulk fill tipo A primeramente y luego el tipo B sin polimerizar, y se procedió a compactar con la espátula de resina de marca Aesculap en toda su extensión es decir los 10 mm, luego se cubrió con una cinta matriz de poliéster para luego realizar una leve presión con sobre la cinta a fin de retirar los excesos de resina. Posterior a ello se procedió a realizar la fotoactivación con la punta de salida de luz de la lámpara LED de luz emitida por diodos modelo LED D de marca Woodpecker en íntimo contacto con la cinta de poliester y a la vez simular la distancia aproximada de 0.5 mm, se fotopolimerizó por 20 segundos, empleando en cada grupo de los cilindros los modos de fotoactivación (luz intensa, en rampa e intermitente).

### **3.5.2. Medición de la profundidad de fotopolimerización**

Inmediatamente después de la fotoactivación se extrae la resina compuesta Bulk fill de la matriz metálica y se retiró el material no polimerizado o que presenta un bajo nivel de polimerización en el extremo más alejado de la luz, posteriormente se mide la longitud de la resina “polimerizada” que determina la (altura absoluta) restante con un vernier calibrador electrónico de 0,01 mm de precisión de marca Raniaco, se dividió entre 2 y está longitud suele redondearse al valor entero más cercano y se considera como la profundidad de la polimerización. Esto proviene de la

especificación contenida en el estándar ISO 4049 (41,68), que permite una profundidad de polimerización de 0,4 mm más respecto a la mitad de la medida del raspado posterior. En donde cada resultado fue registrado en la ficha de recolección de datos por el investigador.

### 3.5.3. Aplicación de pruebas estadísticas

Los resultados se organizaron en tablas usando estadística descriptiva, además se empleó la prueba de ANOVA, para determinar si existen diferencias estadísticamente significativas.

Para en análisis estadístico se inició con la estadística descriptiva, para datos cuantitativos, ya que se midió la profundidad de polimerización al ser fotoactivadas por diodos de luz intensa, luz en rampa, luz intermitente.

Donde se vio las principales características,

- Media

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n}$$

- Desviación estándar

$$SE_{\bar{x}} = \frac{s}{\sqrt{n}}$$

Si los datos son dispersos, valores mínimos, máximos, y así resumir de forma sistemáticas los datos obtenidos en la investigación, proporcionando evidencia objetiva y suficiencia para refutar las hipótesis planteadas.

Primero.

Se tiene que pasar la NORMALIDAD para ver si los datos cuantitativos son normales, donde el nivel de significancia debe ser mayor a 0.05 se consideran que los datos son normales, por lo que se aplicó la prueba de SHAPIRO-WILK ya que la muestra es menor a 50, y se descarta la prueba KOLMOGOROV-Smirnov.



Y al realizar la prueba de NORMALIDAD, su significancia fue menor a 0.05 nos determina que los datos no son normales entonces se realizó la prueba de Rho Serman, para analizar el grado de correlación y posteriormente realizó la prueba estadística para validad o negar la hipótesis

ANOVA y la prueba TUKEY para la diferencia de 3 grupos. Luz intensa, luz en rampa, luz intermitente.



## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIONES

#### 4.1. Resultados

##### 4.1.1. Determinar la profundidad de polimerización de las resinas compuestas Bulk fill de tipo A y B al ser fotoactivada con luz emitida por diodos en modo luz intensa

Tabla 1

*Profundidad de polimerización de las resinas compuestas Bulk fill de tipo A y B al ser fotoactivada con luz emitida por diodos en modo luz intensa.*

Tipo de resina	N°	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	Mínimo	Máximo
Resina A Tetric N- Ceram Bulk fill	15	3.81	0.045	0.012	3.745	3.870
Resina B Filtek™ Bulk fill 3M ESPE	15	4.15	0.025	0.007	4.115	4.185
Total	30					

Fuente: Matriz de recolección de datos.

ANOVA  $p=0.0000 < \alpha=0.05$

Los resultados que presenta la tabla 1, en donde se observa los dos tipos de resinas A y B que son fotoactivadas con luz emitida por diodos en modo luz intensa, donde se evaluó los resultados descriptivos.

Para el grupo de resina de tipo A donde presenta profundidad de polimerización, con un mínimo de 3.745 y un máximo de 3.870 fotoactivada por diodos en modo luz intensa.

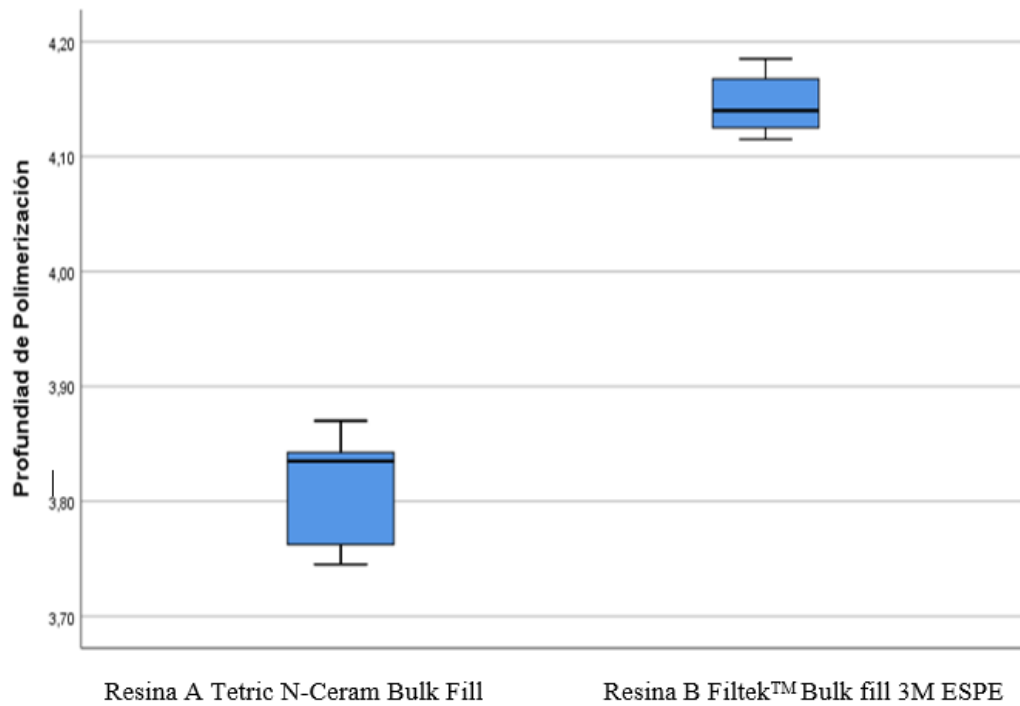
Para el grupo de resina de tipo B donde presenta profundidad de polimerización, con un mínimo de 4.115 y un máximo de 4.185 fotoactivada por diodos en modo luz intensa.

Comprobando así que entre la resina de tipo A y la resina de tipo B donde la prueba de normalidad para la resina tipo A, fue de 0.020 siendo menor a 0.05 por lo cual no son normales, por lo que se aplicó la correlación de Spearman donde se obtuvo como resultado 1 (existiendo una correlación entre los grupos de resinas A y B) (ver anexos) por lo cual se aplicó la prueba de ANOVA ( $p:0.000$ ) donde la prueba estadística evidencia que existen diferencias significativas entre el grupo de resina de tipo A y el grupo de resina de tipo B, por lo cual se acepta la hipótesis alterna y es rechazada la hipótesis nula, presentando mayor profundidad de polimerización en la resina de tipo B Filtek™ Bulk fill al ser fotoactivada por luz intensa.

Según la Resina A Tetric N-Ceram Bulk fill es un tipo de resina compuesta lo que permitió una polimerización dentro de una matriz metálica de 10 mm y un diámetro de 4 mm y la resina de tipo A lo permite gracias al Ivocerin, permitiendo de manera sencilla un moldeado para una consistencia idónea, y al ser fotoactivada con luz emitida por diodos en modo luz intensa obteniendo mejores resultados, coincide también Chesterman et al.(50) que este material se puede utilizar como restauración final o como muñón antes de una restauración directa. Si bien la estética de este material es una mejora con respecto a las restauraciones de amalgama, es inferior en cuanto a polimerización en relación a algunos de los otros materiales Bulk fill y resinas compuestas convencionales; Se puede colocar una capa de cobertura para mejorar estas cualidades. Así mismo Cidreira et al. (16) demostró que los estudios de laboratorio muestran un rendimiento similar o mejor de los materiales Bulk fill en comparación con las resinas compuestas convencionales en términos de tensión de

polimerización, flexión cúspide, espacio marginal, grado de conversión, resistencia a la flexión y resistencia a la fractura.

Sin embargo, la resina tipo B Filtek™ Bulk fill 3M ESPE presentó un mayor grado de profundidad de polimerización que la resina tipo A, al ser fotoactivada por modo de luz intensa, esto se debe a que este tipo de resinas permiten un mayor fotocurado de 4 mm siendo esto debido a la translucidez del material lo que permitió que la luz intensa tenga la capacidad de penetración de una mayor profundidad de polimerización, coincidiendo respecto a uso de luz Gan et al.(49) que refiere que la efectividad del curado entre las diferentes luces y modos de fotocurado a pesar de regular la energía lumínica total. La eficacia de curado puede evaluarse mediante métodos directos e indirectos. Los métodos directos, como la espectroscopia infrarroja y Raman, no se utilizan de forma rutinaria, ya que son complejos, costosos y su ejecución requiere mucho tiempo. Así mismo Lima et al. (47) menciona que la alta profundidad de las tasas de curado de estas resinas depende de algunos factores como el material, la irradiancia y el tiempo de exposición. Las unidades de fotopolimerización polywave fueron útiles, pero no esenciales para polimerizar las resinas Bulk fill que contienen fotoiniciadores alternativos de significancia clínica, los dispositivos de curado LED (polywave o monowave) que muestran una irradiación  $\geq 1000$  mW/cm y 20 segundos de tiempo de exposición son imperativos para lograr una polimerización exitosa de la mayoría de los compuestos resinosos Bulk fill (BFRC).



*Figura 1.* Valores observados con fotoactivación de luz intensa

Fuente: Matriz de recolección de datos

**4.1.2. Determinar la profundidad de polimerización de las resinas compuestas Bulk fill de tipo A y B al ser fotoactivada con luz emitida por diodos en modo luz en rampa**

Tabla 2

*Profundidad de polimerización de las resinas compuestas Bulk fill de tipo A y B al ser fotoactivada con luz emitida por diodos en modo luz en rampa.*

Tipo de resina	N°	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	Mínimo	Máximo
Resina A Tetric N-Ceram Bulk fill	15	3.65	0.022	0.006	3.61	3.69
Resina B Filtek™ Bulk fill 3M ESPE	15	4.05	0.037	0.009	4.00	4.12
Total	30					

Fuente: Matriz de recolección de datos. ANOVA (0.000) < alfa=0.05

Los resultados que se presenta en la tabla 2, donde se observa a dos resinas A y B que son fotoactivadas con luz emitida por diodos en modo luz en rampa, donde se evaluó los resultados descriptivos.

El grupo de la resina tipo A fotoactivada presenta una media de 3.6500 al ser fotoactivada con luz en rampa por diodos en modo luz en rampa, y el grupo de la resina B presenta una media de 4.0483. con lo cual se concluye que existe una diferencia significativa entre las medias. Siendo muestras independientes.

Para el grupo de resina de tipo A donde presenta profundidad de polimerización, con un mínimo de 3.61 y un máximo de 3.69 fotoactivada por luz emitida por diodos en modo luz en rampa.

Para el grupo de resina de tipo B donde presenta profundidad de polimerización, con un mínimo de 4.00 y un máximo de 4.12 fotoactivada por diodos en modo luz en rampa.

Comprobando así de esta manera que entre la resina de tipo A y la resina de tipo B donde la prueba de normalidad para la resina tipo A, fue de 1.000 y 0.62 respectivamente siendo mayor a 0.05 por lo cual son normales los datos entre sí, en grupos de resinas A y B (ver ANEXOS) por lo cual se aplicó la prueba de ANOVA ( $p:0.000$ ) donde la prueba estadística evidencia que existen diferencias significativas entre el grupo de resina tipo A y el grupo de resina tipo B, por lo cual se acepta la hipótesis alterna y es rechazada la hipótesis nula, presentando menor profundidad en la resina de tipo A Resina A Tetric N-Ceram Bulk fill con fotoiniciador del Ivocerin al ser fotoactivada por luz en rampa, este método de polimerización en rampa la intensidad de luz se eleva gradualmente en forma continua con el recorrer del tiempo, permitiendo que la resina compuesta se polimerice más lentamente, reduciendo las tensiones. Esta técnica puede ser realizada por aparatos que disponen de esta opción de polimerización, sin embargo según Sahafi (69), en su estudio no encontraron grandes diferencias al emplear este modo de fotoactivación en la formación de espacios marginales.

Al realizar la técnica monoincremental, con su iniciador principal llamado Ivocerin, el cual solo es activada mediante la reacción con la luz, sin embargo, cuando es polimerizada por luz en rampa, la profundidad de polimerización es relativamente aceptable, pero aun siendo menor respecto a la luz intensa, ya que su composición de la resina Tetric N-Ceram Bulk fill., proporciona mayor reactividad a la luz de polimerización. Es por lo que se coincide con Flury et al. (40) que las resinas compuestas requieren adicionalmente que la profundidad de curado no sea mayor a 0,5 mm por debajo del valor declarado por el fabricante cuando se utiliza el tiempo de fotopolimerización recomendado. Solo un compuesto de resina, en solo uno de los dos tiempos de fotopolimerización, no cumplen con este requisito: El fabricante indica que Tetric Ceram Bulk fill puede fotopolimerizarse a una profundidad de 4 mm utilizando un tiempo de fotopolimerización de 10 s, siempre que la densidad de potencia de la luz sea  $\geq 1000 \text{ mW/cm}^2$  EvoCeram Bulk fill no obtuvo el mínimo de profundidad de polimerización requerido de 3,5 mm (es decir, 4,0 mm expresado por el fabricante menos 0,5 mm). Así mismo Bucuta (10) menciona que la resina Tetric

Ceram Bulk fill, fueron las muestras menores a 4 mm mostrando propiedades disminuidas. Se demostró que la transmisión de luz disminuye con el aumento del contenido de relleno y con la forma irregular del relleno en las resinas compuestas, esto se debe al aumento de la superficie específica entre los rellenos y la resina. Sin embargo, se demostró que un mayor tamaño de relleno (0,05 a 2  $\mu\text{m}$ ) reduce la transmisión de luz, debido a la menor probabilidad de dispersión de la luz en la interfaz del relleno de resina para partículas que son más pequeñas que la longitud de onda de la luz azul incidente, lo que hace que las nanopartículas no puedan dispersar la luz azul. Es por lo cual, a mayor capacidad de relleno mayor la intensidad de luz.

Sin embargo, la resina B Filtek™ Bulk fill 3M ESPE presentó un mayor grado de profundidad de polimerización que la resina tipo A al ser fotoactivada por modo de luz en rampa, esto se debe a que este tipo de resinas permiten un mayor fotocurado de 4 mm y siendo la composición del material más translúcidas que el esmalte, sin embargo con menor profundidad de polimerización cuando ha sido emitida por modo de fotoactivación de luz intensa muy similar a las resinas convencionales, por lo que se podría indicar que son fotoactivadas con luz adecuada es decir en el modo rampa, pues llegan al mínimo de profundidad de polimerización según sus características principal del tipo de resina B, siendo este tipo de resina una buena opción como resinas compuestas dentales para restauraciones posteriores tanto la profundidad de polimerización como el modo de activación, de la misma forma que Ferracane (5) el material de elección para la mayoría de restauraciones son los compuestos Bulk fill, ya que los estudios clínicos muestran buenos resultados con pocas limitaciones, en dientes anteriores y especialmente para las lesiones de clase V, y este tipo de resinas son opciones principales en muchos países, gracias a los estudios que muestran un gran rendimiento. También Chesterman et al. (50) menciona que la restauración directa con el restaurador posterior Bulk fill Filtek de 3M ESPE en múltiples incrementos de  $\leq 4$  mm) para la superficie oclusal en dientes posteriores y la conformación incisal en dientes anteriores y después del pulido y evaluación de los contactos oclusales, con un curado de luz de  $1000\text{mW}/\text{cm}^2$  con el tipo de resinas 3M ESPE restaurador posterior Filtek™ Bulk-fill llegando a una profundidad de 4 mm en 10 segundos en la superficie oclusal.

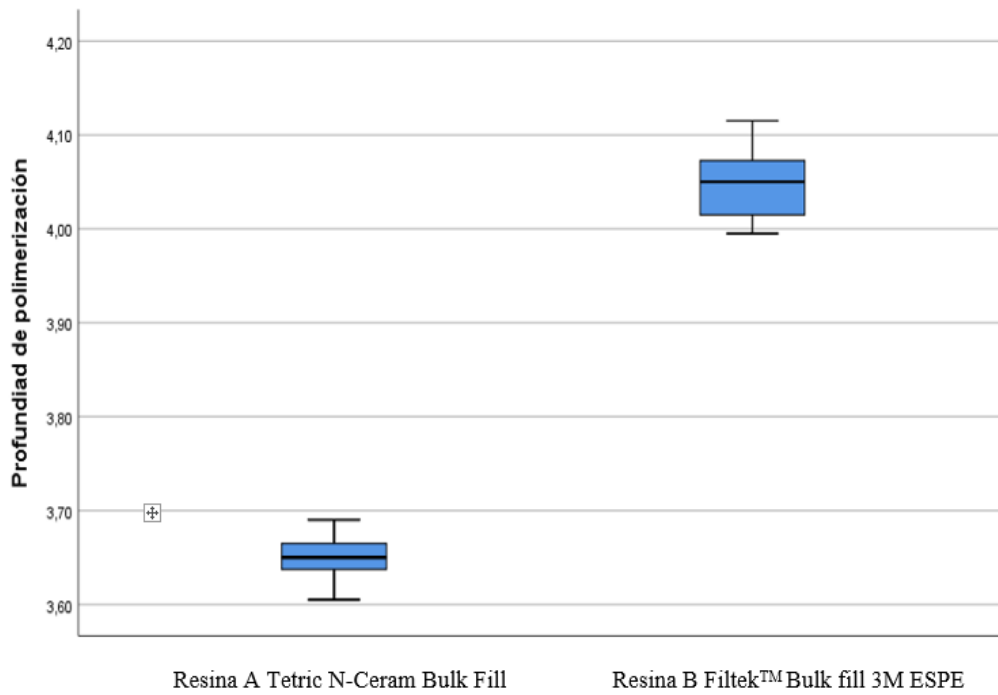


Figura 2. Valores observados con fotoactivación de luz en rampa

Fuente: Matriz de recolección de datos



#### 4.1.3. Determinar la profundidad de polimerización de las resinas compuestas Bulk fill de tipo A y B al ser fotoactivada con luz emitida por diodos en modo luz intermitente

Tabla 3

*Profundidad de polimerización de resinas compuestas Bulk fill de tipo A y B al ser fotoactivadas con luz emitida por diodos en modo luz intermitente.*

Tipo de resina	N°	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	Mínimo	Máximo
Resina A Tetric N-Ceram Bulk Fill	15	3.55	0.026	0.007	3.50	3.58
Resina B Filtek™ Bulk Fill 3M ESPE	15	3.98	0.133	0.034	3.51	4.06
Total	30					

Fuente: Matriz de recolección de datos. ANOVA (0.000) < alfa=0.05

Los resultados que presenta en la tabla 3, se observa a dos resinas A y B que son fotoactivadas con luz emitida por diodos en modo luz intermitente, donde se evaluó los resultados descriptivos.

El grupo de la resina A fotoactivada presenta una media de 3.5473 al ser fotoactivada con luz intermitente por diodos en modo luz intermitente, y el grupo de la resina B presenta una media de 3.9820 con lo que concluye que existe una diferencia significativa entre las medias. Siendo muestra independientes.

Para el grupo de resina tipo A donde presenta una profundidad de polimerización, con un mínimo de 3.50 y un máximo de 3.58 fotoactivada por diodos en modo luz intermitente.

Para el grupo de resina tipo B donde presenta profundidad de polimerización, con un mínimo de 4.00 y un máximo de 4.12 fotoactivada por diodos en modo luz intermitente.

Comprobando así de esta manera que entre la resina de tipo A y la resina tipo B donde la prueba de normalidad para la resina tipo A, fue de 0.191 y resina tipo B, fue de 0.000 siendo menor a 0.05 por lo cual no son normales, por lo que se aplicó la correlación de Spearman donde se obtuvo como resultado 0.767 (existiendo una correlación entre los grupos de resinas A y B) (ver ANEXO) por lo cual se aplicó la prueba de ANOVA ( $p:0.000$ ) donde la prueba estadística evidencia que existen diferencias significativas entre el grupo de resina de tipo A y el grupo de resina de tipo B, por lo cual se acepta la hipótesis alterna y es rechazada la hipótesis nula, presentando menor profundidad de polimerización la resina de tipo B Filtek™ Bulk fill al ser fotoactivada por luz intermitente, inclusive menor al modo de fotoactivación en rampa, teniendo estas resinas como fotoiniciador a la caforoquinona.

En tanto la Resina A Tetric N-Ceram Bulk fill es un tipo de resina compuesta, con un fotoiniciador, que es activado mediante la reacción a la luz, sin embargo, cuando ha sido polimerizada con modo de luz intermitente los valores de profundidad de polimerización ha proporcionado los resultados son muy bajos de los indicados por el fabricante, siendo este modo de luz menos efectiva para lograr una profundidad de polimerización adecuada. Así, Gan et al. (70) al ser fotopolimerizada por luz led Polywave aun siendo de mayor potencia por lo recomendado para el uso para la resina Bulk fill que presenta una variación de dureza del 17% entre las dos luces Led de estudio, siendo esto una mayor preocupación, atribuyéndose esto en parte al menor porcentaje de luz transmitida a través de compuestos ofrecidos por las luces Led de onda múltiple en comparación con las luces LED de onda única. Clínicamente, la reducción en la relación de dureza puede ser incluso mayor ya que la luz de curado puede estar a 8 mm o más de la superficie compuesta a su vez Chesterman et al. (50) menciona que se debe considerar una evaluación de la accesibilidad a la pieza dentaria, la distancia de la punta de lámpara y la intensidad de la unidad de fotopolimerización al decidir los tiempos de curado adecuados para cada caso individual, en donde la eficacia de las unidades de fotopolimerización en la práctica clínica a menudo se ha encontrado que es inadecuada y hasta el 50% de las unidades

no alcanzan los niveles mínimos de irradiación ( $300 \text{ mW/cm}^2$ ), recomendado para las unidades de fotopolimerización se mantengan y evalúen periódicamente para determinar con exactitud su potencia de salida.

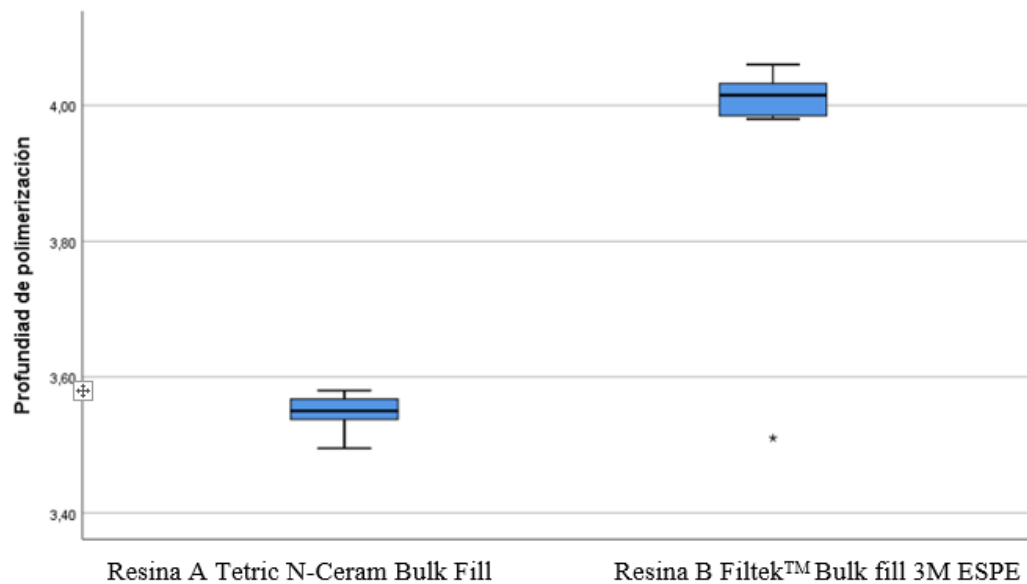


Figura 3. Valores observados con fotoactivación de luz intermitente

Fuente: Fuente: Matriz de recolección de datos.

#### 4.1.4. Determinar la profundidad de polimerización de las resinas compuestas Bulk fill de tipo A y B al ser fotoactivada con luz emitida por diodos en modo luz intensa, luz en rampa, y luz intermitente

Tabla 4

*Resinas compuestas Bulk fill tipo A y B al ser fotoactivada con luz emitida por diodos en modos luz intensa, rampa e intermitente*

Modos de fotoactivación	N	Media	Desv. Desviación	Varianza	Mínimo	Máximo
Luz en intensa	30	3.98	0.17622	0.031	3.75	4.19
Luz en rampa	30	3.85	0.20482	0.042	3.61	4.12
Luz intermitente	30	3.76	0.24033	0.058	3.5	4.06
Total	90					

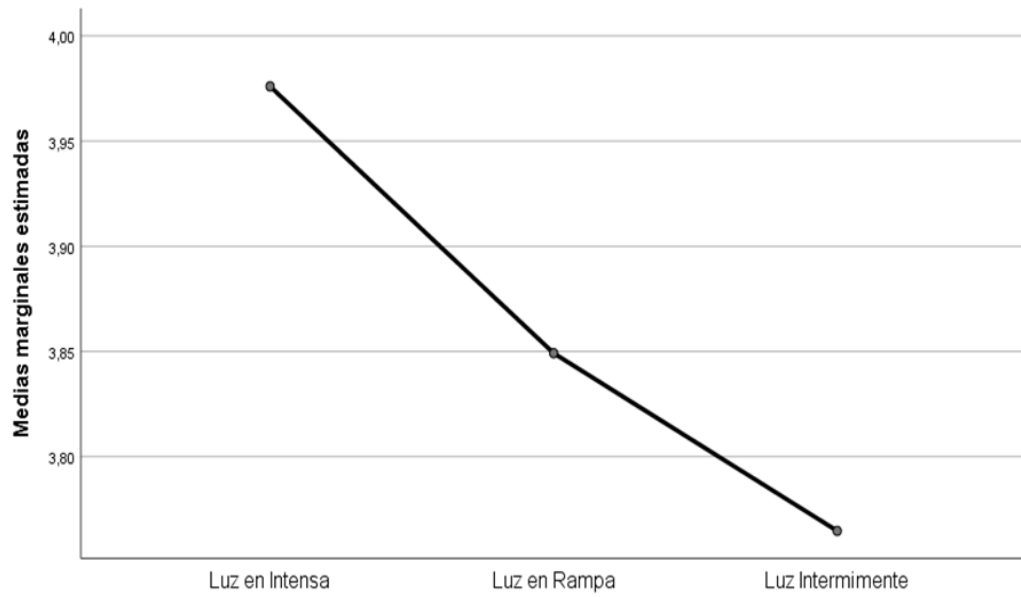
Fuente: Matriz de recolección de datos.

En la tabla 4 se muestra claramente que la luz intensa tuvo mayor profundidad de polimerización al ser activada con este modo de luz, con una media de polimerización de 3.9760, siguiendo la luz en rampa que tuvo menor profundidad de polimerización que luz intensa, con una media de 3.8492, y finalmente la luz intermitente que fue aún menor que luz en rampa, con una media de 3.7647 profundidad de polimerización.

Por lo que, a mayor intensidad de luz en este tipo de resinas Resina A Tetric N-Ceram Bulk fill y Resina B Filtek<sup>TM</sup>Bull fill 3M ESPE, mayor será la profundidad de polimerización, según indicaciones del fabricante, estas resinas se crearon con el fin de usar incrementos mayores a 4 mm sin tener ninguna limitación en el grado de polimerización del material, determinando su disminución la cantidad de vacíos dentro del incremento gracias a sus componentes que presentan las resinas, al ser fotoactivadas por modos de luz, adecuados, como lo es la luz intensa, presentan un



mayor grado de profundidad de polimerización. A su vez, Alonso et al. (53), coincide que la concentración de fotoiniciador es un parámetro fundamental que determina las características de polimerización de un compuesto, esta concentración es variable entre los compuestos comerciales y sus efectos sobre la estructura polimérica de los compuestos aún no están completamente aclarados, en este estudio la variación en la concentración de fotoiniciadores afectó a todas las propiedades evaluadas, confirmando la hipótesis probada. Los composites con mayor concentración de canforoquinona/DMAEMA mostraron mayor profundidad de curado que las resinas compuestas con menor concentración lo que significa que la presencia de una mayor cantidad de fotoiniciadores permite la generación de más radicales, lo conlleva a un resultado de un mayor grado de conversión en algunas condiciones de fotocurado. También Daugherty(45) aclara que todavía hay mucho que aprender sobre las complejas interacciones entre la fotopolimerización y los parámetros de fotopolimerización (por ejemplo, potencia, irradiación y duración de la exposición). Hoy en día, no se ha adoptado un estándar que recomiende una exposición radiante mínima más allá del cual este umbral debería ser adecuado para satisfacer las demandas energéticas de fotocurado de las resinas Bulk fill, lo que da como resultado propiedades clínicamente relevantes. Sin embargo, el consenso actual es que existe una cantidad mínima de exposición radiante y duración de exposición que son específicas del material a base de resina y que deben administrarse junto con las longitudes de onda correctas para lograr resultados aceptables en la profundidad de polimerización.



*Figura 4.* Modos de fotoactivación

Fuente: Matriz de recolección de datos

## CONCLUSIONES

- PRIMERA:** La profundidad de polimerización de las resinas Bulk fill al ser fotoactivada con el modo de luz intensa de las resinas compuestas tipo A y B mostraron resultados altos en relación a lo que establece el fabricante sin embargo la resina A Tetric N-Ceram Bulk fill en promedio fue menor a la resina B Filtek™ Bulk fill 3M ESPE. (Tabla N° 1).
- SEGUNDA:** El uso del modo de luz en rampa para la fotoactivación de las resinas compuestas Bulk fill tipo A Tetric N-Ceram Bulk fill y tipo B Filtek™ Bulk fill 3M ESPE presentaron una menor profundidad de polimerización en comparación al ser emitida por el modo de luz intensa. (Tabla N° 2)
- TERCERA:** El uso del modo de luz intermitente para la fotoactivación de las resinas compuestas Bulk fill tipo A Tetric N-Ceram Bulk fill y tipo B Filtek™ Bulk fill 3M ESPE presentaron en ambas resinas un menor grado de profundidad de polimerización aún menor de lo que establece el fabricante. (Tabla N° 3)
- CUARTA:** Existe diferencias significativas al evaluar las tres técnicas de fotoactivación como: luz intensa, luz en rampa y luz intermitente, respecto a la profundidad de polimerización de las resinas compuestas Bulk fill tipo A Tetric N-Ceram Bulk fill y tipo B Filtek™ Bulk fill. Siendo el modo de luz intensa, la que tuvo mejores resultados. (Tabla N° 4).



## RECOMENDACIONES

- PRIMERA:** Incentivar en los estudiantes y docentes estudios sobre las resinas compuestas Bulk fill, pues se necesitan más investigaciones clínicas para valorar sus propiedades y su durabilidad en boca y consecuentemente el éxito clínico de la restauración.
- TERCERA:** Publicar esta investigación en una revista científica en el área a fin de dar a conocer al mundo de las investigaciones en nuestra región de Puno.
- SEGUNDA:** Profundizar estudios comparativos para la profundidad de polimerización en el uso de modo de luz en rampa y modo de luz intermitente
- TERCERA:** El Profesional cirujano dentista, que siempre tenga a la mano una variedad de resinas compuestas, como lo es las resinas Bulk fill, y no optar un modo de luz que sea menor del estándar establecido para la fotopolimerización.
- CUARTA:** El uso de las resinas Bulk fill, ya que permite para tratamientos dentales en un solo bloque, ahorrando tiempo y materiales y aplicar para la fotopolimerización con el modo de luz intensa ya que esto permite un mayor grado de profundidad de polimerización.



## BIBLIOGRAFÍA

1. F. Rueggeberg. Critical review Dental Materials/Dentistry Light curing in dentistry and clinical implications: a literature review. Dent Mater Dent [Internet]. 2017;31:64–91. Recovered from: <http://doi.org/10.1590/1807-3107BOR-2017.vol31.0061>
2. Bowen RL. Properties of a silica-reinforced polymer for dental restorations. J Am Dent Assoc. 1963;66(1):57–64.
3. Kinomoto Y, Torii M, Takeshige F, Ebisu S. Comparison of polymerization contraction stresses between self- and light-curing composites. J Dent. 1999;27(5):383–9.
4. Erickson RL, Barkmeier WW. Comparisons of ISO depth of cure for a resin composite in stainless-steel and natural-tooth molds. Eur J Oral Sci. 2019;127(6):556–63.
5. Ferracane JL. Resin composite - State of the art. Dent Mater. 2011;27(1):29–38.
6. Chandrasekhar V, Rudrapati L, Badami V, Tummala M. Incremental techniques in direct composite restoration. Vol. 20, Journal of Conservative Dentistry. Medknow Publications; 2017. p. 386–91.
7. Corral-Núñez C, Vildósola-Grez P, Bersezio-Miranda C, Alves-Dos Campos E, Fernández Godoy E. Revisión del estado actual de resinas compuestas Bulk-fill State of the art of Bulk-fill Resin Based composite: A Review. Rev Fac Odontol Univ Antioq [Internet]. 2015;27(1):177–96. Recovered from: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&amp%0Apid=S0121-246X2015000200177](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&amp%0Apid=S0121-246X2015000200177)
8. Ivoclar Vivadent. Tetric N-Ceram Bulk fill composite nano-optimizado.
9. 3M. Filtek Bulk fill. 3M Espe. 2014;2–24.
10. Bucuta S, Ilie N. Light transmittance and micro-mechanical properties of bulk fill vs. conventional resin based composites. Clin Oral Investig. 2014;18(8):1991–2000.

11. van Ende A, de Munck J, Lise DP, van Meerbeek B. Bulk-fill composites: A review of the current literature. *J Adhes Dent*. 2017;19(2):95–109.
12. Del Valle AM, Christiani JJ, Álvarez N, Zamudio ME. Revisión de resinas Bulk fill: estado actual. 2018;(2).
13. Lanata EJ. *Operatoria Dental*. 2a. ed. Alfaomega Grupo Editor, editor. Operatoria Dental. Argentina; 2008. 1–378 p.
14. Villegas Sepúlveda M. “Análisis comparativo in vitro de la tensión diametral en restauraciones realizadas con resinas compuestas fotopolimerizadas con lámparas halógenas y lámparas L.E.D” [Tesis pregrado]. Universidad de Chile; 2005.
15. Chain M, Baratieri LN. Restauraciones estéticas con resina compuesta en dientes posteriores. Brasil; 2001. 12–18 p.
16. Cidreira Boaro LC, Pereira Lopes D, de Souza ASC, Lie Nakano E, Ayala Perez MD, Pfeifer CS, et al. Clinical performance and chemical-physical properties of bulk fill composites resin —a systematic review and meta-analysis. *Dent Mater*. 2019;35(10):e249–64.
17. Steenbeker O. Principios y bases de los biomateriales en operatoria dental estética y adhesiva. 4ta edicio. Editorial Universidad Valvaraiso, editor. Chile; 2010. 113–297 p.
18. Furness A, Tadros MY, Looney SW, Rueggeberg FA. Effect of bulk/incremental fill on internal gap formation of bulk-fill composites. *J Dent* [Internet]. 2014;42(4):439–49. Recovered from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jdent.2014.01.005>
19. Czasch P, Ilie N. In vitro comparison of mechanical properties and degree of cure of bulk fill composites. *Clin Oral Investig*. 2013;17(1):227–35.
20. Caneppele TMF, Bresciani E. Resinas bulk-fill: o estado da arte. *Resinas bulk-fill - O estado da arte*. 2016;70(3):242–8.
21. Vargas-Soto O, Contreras-Serna MG, Martínez-Garay P, Luengo-Fereira JA, Reyes-Rivas H, Toscano-García I. Restauraciones con resinas Bulk-fill: Una Revisión. *Rev Latinoam Ortod y Odontopediatría*. 2020;



22. Lindberg A, Peutzfeldt A, van Dijken JWV. Effect of power density of curing unit, exposure duration, and light guide distance on composite depth of cure. *Clin Oral Investig*. 2005;9(2):71–6.
23. Jinez Zuñiga PA, García Merino IR, Silva Silva JO. Microfiltración marginal en cavidades clase II restauradas con resinas nano híbridas vs. resinas nano híbridas bulk fill. Estudio in vitro. *Rev Odontol Fac Odontol*. 2020;22(1):55–65.
24. Ivoclar. Tetric N-Ceram Bulk fill composite más rápido.
25. 3M. 3M Filtek™ Z350 XT Restaurador Universal Perfil técnico DEL PRODUCTO. 2017.
26. Sánchez Soler LA, Espías Gómez AF. La fotopolimerización en 2002. *Av Odontoestomatol*. 2004;20(6):289–95.
27. Barranco Mooney J, Barrancos P. *Operatoria Dental*. 4a. ed. Ed. Panamericana, editor. 2006. 663–687 p.
28. Keogh TP. “Polimerización iniciada mediante luz : claros y oscuros de las nuevas técnicas”. *Ideas y Trab Odontoestomatológicos*. 2001;2(1):29–37.
29. Reis A, Loguercio AD. *Materiales dentales directos: de los fundamentos a la aplicación clínica*. Santos, editor. Sao Paulo, Brasil; 2012. 423 p.
30. Masioli MA. *Odontología restauradora de la A a la Z*. 1ra. Ed. Ponto E, editor. Brasil; 2013. 122–125 p.
31. Souza-junior EJ, Brandt WC, Pomaóndor-Hernandez C, Coelho SMA. técnicas clínicas Fotoativação na Atualidade : Conceitos e Técnicas Clínicas. *J Brazilian Dent*. 2014;10(2):24–30.
32. Baratieri LN. *Odontología Restauradora, fundamentos y técnicas*. 4ta. Ed. Santos, editor. Brasil; 2011. 121–133 p.
33. Heintze S, Zimmerli B. Relevance of in vitro tests of adhesive and composite dental materials, a review in 3 parts. Part 1: Approval requirements and standardized testing of composite materials according to ISO specifications. *Schweiz Monatsschr Zahnmed*. 2011;121(9):804–16.



34. Price R, Murphy D, Dérand T. Light energy transmission through cured resin composite and human dentin. *Quintessence Int.* 2000;31(9):659–67.
35. Sideridou ID, Achilias DS. Elution Study of Unreacted Bis-GMA, TEGDMA, UDMA, and Bis-EMA from Light-Cured Dental Resins and Resin Composites Using HPLC. 2005;617–26.
36. Krämer N, Lohbauer U, García-Godoy F, Frankenberger R. Light curing of resin-based composites in the LED era. *Am J Dent.* 2008;21:135–42.
37. Sevkusic M, Schuster L, Rothmund L, Dettinger K, Maier M, Hickel R, et al. The elution and breakdown behavior of constituents from various light-cured composites. *Dent Mater* [Internet]. 2014;30(6):619–31. Recovered from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.dental.2014.02.022>
38. Palin WM, Leprince JG, Hadis MA. Shining a light on high volume photocurable materials. *Dent Mater* [Internet]. 2018;34(5):695–710. Recovered from: <https://doi.org/10.1016/j.dental.2018.02.009>
39. Vaidyanathan TK, Vaidyanathan J, Lizymol PP, Ariya S, Krishnan KV. Study of visible light activated polymerization in BisGMA-TEGDMA monomers with Type 1 and Type 2 photoinitiators using Raman spectroscopy. *Dent Mater* [Internet]. 2017;33(1):1–11. Recovered from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.dental.2016.09.002>
40. Flury S, Hayoz S, Peutzfeldt A, Hüsler J, Lussi A. Depth of cure of resin composites: Is the ISO 4049 method suitable for bulk fill materials? *Dent Mater* [Internet]. 2012;28(5):521–8. Recovered from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.dental.2012.02.002>
41. ISO. International Organization for Standardization. ISO 4049:2009 Dentistry-Polymer-based restorative materials. 2009;2009.
42. Pirmoradian M, Hooshmand T, Jafari-Semnani S, Fadavi F. Degree of conversion and microhardness of bulk-fill dental composites polymerized by LED and QTH light curing units. *J Oral Biosci* [Internet]. 2020;62(1):107–13. Recovered from: <https://doi.org/10.1016/j.job.2019.12.004>



43. Paredes Almagro GE. Microdureza de una resina bulk-fill y su relación con la forma de activación y tipo de lámpara. Universidad Central del Ecuador; 2020.
44. Hasslen JA, Barkmeier WW, Shaddy RS, Little JR. Depth of cure of high-viscosity bulk-fill and conventional resin composites using varying irradiance exposures with a light-emitting diode curing unit. *J Oral Sci.* 2019;61(3):425–30.
45. Daugherty MM, Lien W, Mansell MR, Risk DL, Savett DA, Vandewalle KS. Effect of high-intensity curing lights on the polymerization of bulk-fill composites. *Dent Mater* [Internet]. 2018;34(10):1531–41. Recovered from: <https://doi.org/10.1016/j.dental.2018.06.005>
46. AlShaafi MM, AlQussier A, AlQahtani MQ, Price RB. Effect of mold type and diameter on the depth of cure of three resin-based composites. *Oper Dent.* 2018;43(5):520–9.
47. Lima RBW, Troconis CCM, Moreno MBP, Murillo-Gómez F, De Goes MF. Depth of cure of bulk fill resin composites: A systematic review. *J Esthet Restor Dent.* 2018;30(6):492–501.
48. González E, Muñoz E, Cáceres E. Eficiencia de polimerización de resinas Bulk fill a 4 mm de profundidad: Revision sistematica explorativa. *Univ Andrés Bello.* 2018;
49. Gan JK, Yap AU, Cheong JW, Cbk NA. Bulk-fill Composites : Effectiveness of Cure With Poly- and Monowave Curing Lights and Modes. 2018;136–43.
50. Chesterman J, Jowett A, Gallacher A, Nixon P. Bulk-fill resin-based composite restorative materials: A review. *Br Dent J* [Internet]. 2017;222(5):337–44. Recovered from: <http://dx.doi.org/10.1038/sj.bdj.2017.214>
51. Rueggeberg et al. Critical review Dental Materials/Dentistry Light curing in dentistry and clinical implications: a literature review. 2017;31:64–91.
52. Zorzin J, Maier E, Harre S, Fey T, Belli R, Lohbauer U, et al. Bulk-fill resin composites: Polymerization properties and extended light curing. *Dent Mater* [Internet]. 2015;31(3):293–301. Recovered from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.dental.2014.12.010>

53. Alonso RCB, Brandt WC, Souza-Junior EJC, Puppini-Rontani RM, Sinhoreti MAC. Photoinitiator concentration and modulated photoactivation: influence on polymerization characteristics of experimental composites. *Appl Adhes Sci.* 2014;2(1).
54. Garcia D, Yaman P, Dennison J, Neiva GF. Polymerization shrinkage and depth of cure of bulk fill flowable composite resins. *Oper Dent.* 2014;39(4):441–8.
55. Carrillo Sanchez C, Monroy Pedraza M. Métodos de activación de la fotopolimerización. *Rev ADM.* 2009;LXV(5).
56. Gutierrez-Leiva A, Pomacóndor-Hernández C. Comparación de la profundidad de polimerización de resinas compuestas Bulk fill obtenida con dos unidades de fotoactivación LED: polywave versus monowave. *Odontol Sanmarquina.* 2020;23(2):131–8.
57. Boza Quiñones YR. Estudio de la profundidad de polimerización de resinas bulk fill a diferentes distancias de fotoactivación. Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2015.
58. Phillips. *Ciencia de los materiales dentales.* 11th ed. Elsevier, editor. Anusavice Elsevier. Madrid; 2004. p. 34.
59. Sanchez CC, Pedraza MM. Métodos de activación de la fotopolimerización Parte II. *Rev la Asoc Dent Mex.* 2009;66(5):18–28.
60. Manuel A, Gil C, Montenegro Y, Ii O. Evolución histórica de las lámparas de fotopolimerización Historical evolution of light-cure lamps ( photo polymerization ) s. 2016;15(1):8–16.
61. Giner L, Ribera M, Cucurella S, Ferré J. “Lámparas de Emisión de Diodos (L.E.D). El futuro de la fotopolimerización”. *Gac Dent.* 2009;1–4.
62. Phillips RW. *La Ciencia de los materiales dentales.* En: Elsevier, editor. 11a ed. 2010. p. 415–6.
63. Malhotra N, M K, Acharya S. Strategies to Overcome Polymerization Shrinkage – Materials and Techniques. A Review. *Dent Update.* 2010;37(2):115–25.



64. Brosh T, Ganor Y, Belov I, Pilo R. Analysis of strength properties of light-cured resin composites. *Dent Mater.* 1999;15(3):174–9.
65. Barreto RO, Gayosso CÁ, Ibarra JG. Light-polymerization of composite resins through different thicknesses of dental tissue. *Rev Odontológica Mex.* 2015;19(4):e218–23.
66. Bernal C. Metodología de la Investigación. Tercera Ed. Educación P, editor. Colombia; 2010.
67. Otzen T, Manterola C, Núñez IR, García-Domínguez M. La necesidad de aplicar el método científico en investigación clínica. Problemas, beneficios y factibilidad del desarrollo de protocolos de investigación. *Int J Morphol.* 2017;35(3):1031–6.
68. Standardization FOR, Normalisation DE. International Standard Iso. 2019;1987.
69. Sahafi A, Peutzfeldt A, E. A. Soft-start polymerization and marginal gap formation in vitro. *Am J Dent.* 2001;14(13):145–7.
70. Gan JK, Yap AU, Cheong JW, Arista N, Tan CBK. Bulk-fill composites: Effectiveness of cure with poly-and monowave curing lights and modes. *Oper Dent.* 2018;43(2):136–43.



## ANEXOS



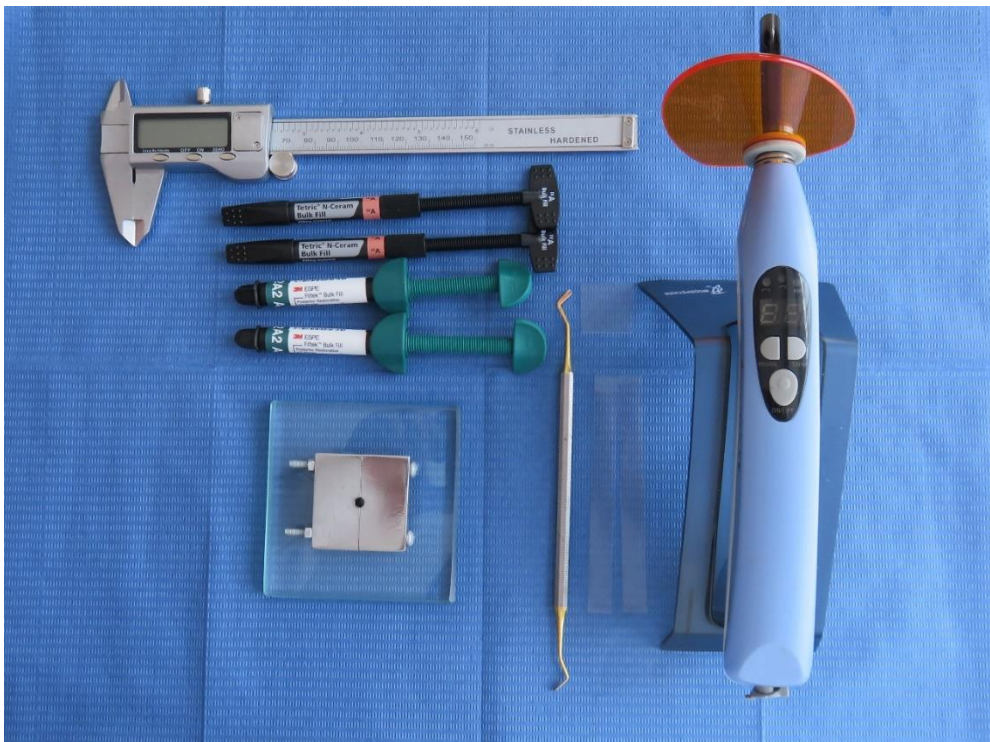
Anexo 1. Matriz de consistencia

EFFECTO DE MODOS DE FOTOACTIVACIÓN EN LA PROFUNDIDAD DE POLIMERIZACIÓN DE RESINAS COMPUESTAS BULK FILL, PUNO

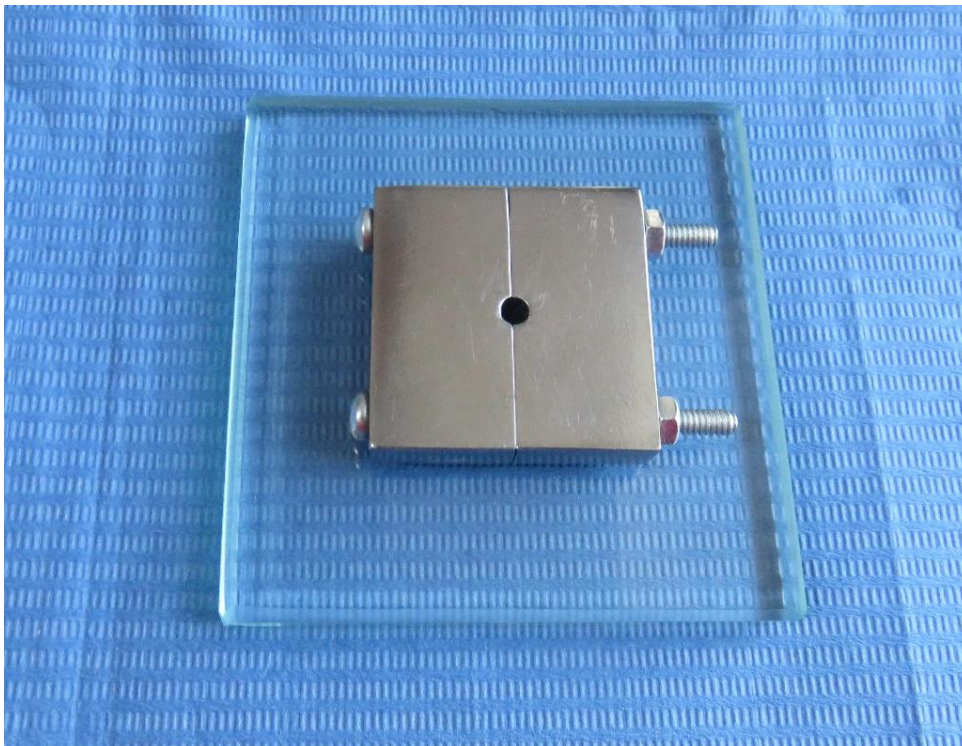
OBJETIVOS		HIPÓTESIS		VARIABLES	DIMENSIONES	METODOLOGIA
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL		INDEPENDIENTE		TIPO Cuantitativo
¿Cuál será el resultado de la evaluación de los modos de fotoactivación con luz emitida por diodos en la profundidad de fotoactivación de las resinas compuestas Bulk fill de tipo A y B, Puno 2018?	Evaluar el efecto de los modos de fotoactivación en la profundidad de fotoactivación de las resinas compuestas Bulk fill, tipo A y B, Puno 2018.	<p>Ha: Es probable que existan diferencias al evaluar el efecto de los modos de fotoactivación con luz emitida por diodos en la profundidad de polimerización de las resinas compuestas Bulk fill tipo A y B, Puno 2018.</p> <p>Ho: Es probable que no existan diferencias al evaluar el efecto de los modos de fotoactivación con luz emitida por diodos en la profundidad de polimerización de las resinas compuestas Bulk fill tipo A y B, Puno 2018.</p>		<p>Modos de fotoactivación con luz emitida por diodos.</p> <p>Resinas compuestas Bulk fill</p>		
PROBLEMA ESPECÍFICO	OBJETIVO ESPECÍFICO	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS		DEPENDIENTE		POBLACIÓN
<p>- ¿Cuál será la profundidad de polimerización de las resinas compuestas Bulk fill tipo A y B al ser fotoactivada con luz emitida por diodos en modo luz intensa?</p> <p>- ¿Cuál será la profundidad de polimerización de las resinas compuestas Bulk fill tipo A y B al ser fotoactivada con luz emitida por diodos en modo luz en rampa?</p> <p>- ¿Cuál será la profundidad de polimerización de las resinas compuestas Bulk fill tipo A y B al ser fotoactivada con luz emitida por diodos en modo luz intermitente?</p> <p>- ¿Cuál será el resultado al comparar la profundidad de polimerización de las resinas compuestas Bulk fill tipo A y B al ser fotoactivada con luz intensa, en rampa e intermitente</p>	<p>- Determinar la profundidad de polimerización de las resinas compuestas Bulk fill de tipo A y B al ser fotoactivada con luz emitida por diodos en modo luz intensa.</p> <p>- Determinar la profundidad de polimerización de las resinas compuestas Bulk fill de tipo A y B al ser fotoactivada con luz emitida por diodos en modo luz en rampa.</p> <p>- Determinar la profundidad de polimerización de las resinas compuestas Bulk fill de tipo A y B al ser fotoactivada con luz intermitente.</p> <p>- Al comparar la profundidad de polimerización de las resinas compuestas Bulk fill tipo A y B al ser fotoactivadas con luz intensa, rampa e intermitente.</p>	<p>- La profundidad de polimerización de las resinas compuestas Bulk fill tipo A y B es mayor al ser fotoactivada con luz emitida por diodos en modo luz intensa.</p> <p>- La profundidad de polimerización de las resinas compuestas Bulk fill tipo A y B es menor al ser fotoactivada con luz emitida por diodos en modo luz en rampa.</p> <p>- La profundidad de polimerización de las resinas compuestas Bulk fill tipo A y B es menor al ser fotoactivada con luz emitida por diodos en modo luz intermitente.</p> <p>- Al comparar la profundidad de polimerización de las resinas compuestas Bulk fill tipo A y B al ser fotoactivada con luz intensa, rampa e intermitente, existe diferencias significativas.</p>		<p>Profundidad de polimerización de las resinas Bulk fill.</p>	<p>- En mm de resina Bulk fill tipo A.</p> <p>- En mm de resina Bulk fill tipo B</p>	<p>90 muestras</p> <p>MUESTRA 90 muestras</p> <p>TÉCNICAS Observación INSTRUMENTO Ficha de recolección de datos</p>

## Anexo 2. Galería fotográfica del proceso de realización de la investigación.

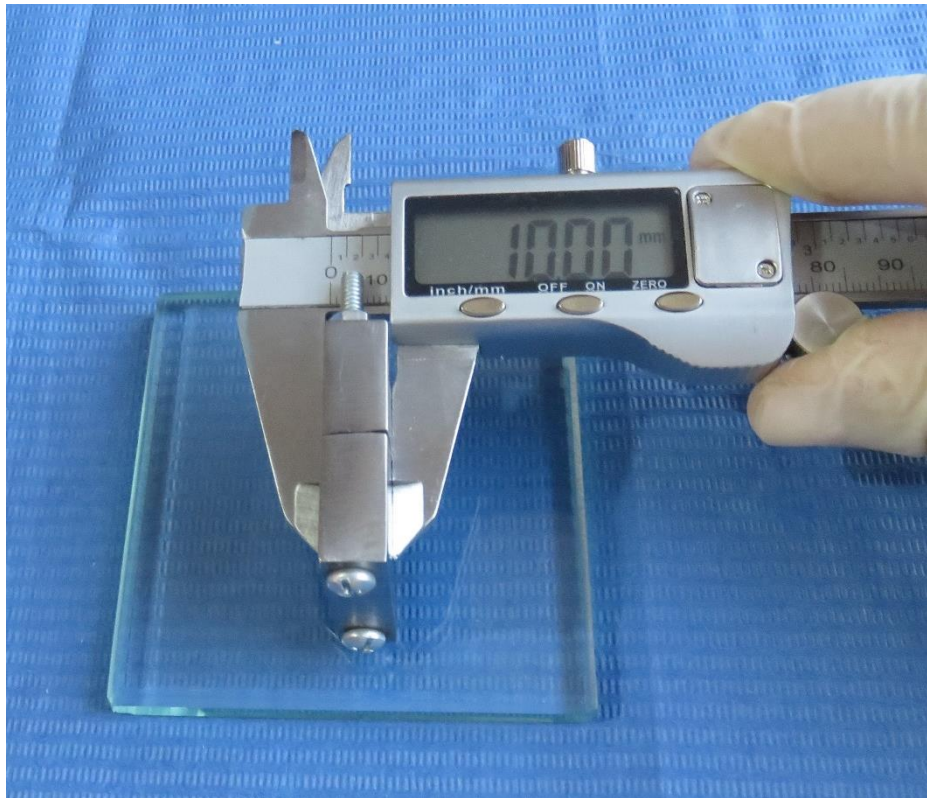
### 01. Material e instrumental necesario.



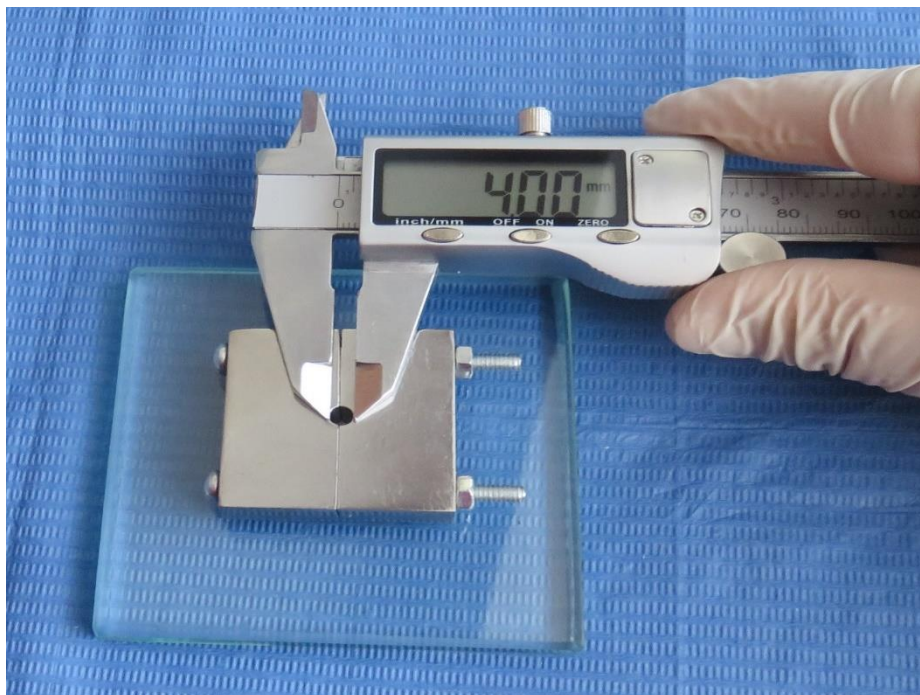
### 02. Matriz metálica de acero inoxidable.



03. Altura de la matriz metálica de 10 mm.

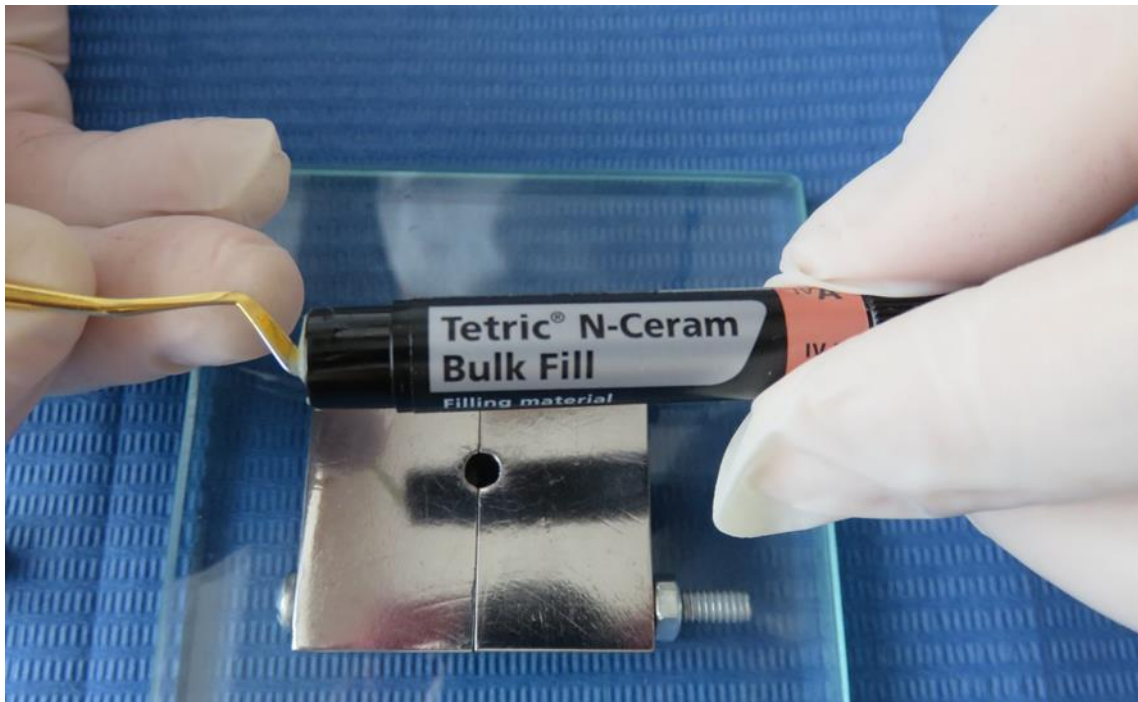


04. Diámetro de la matriz metálica de 4 mm.

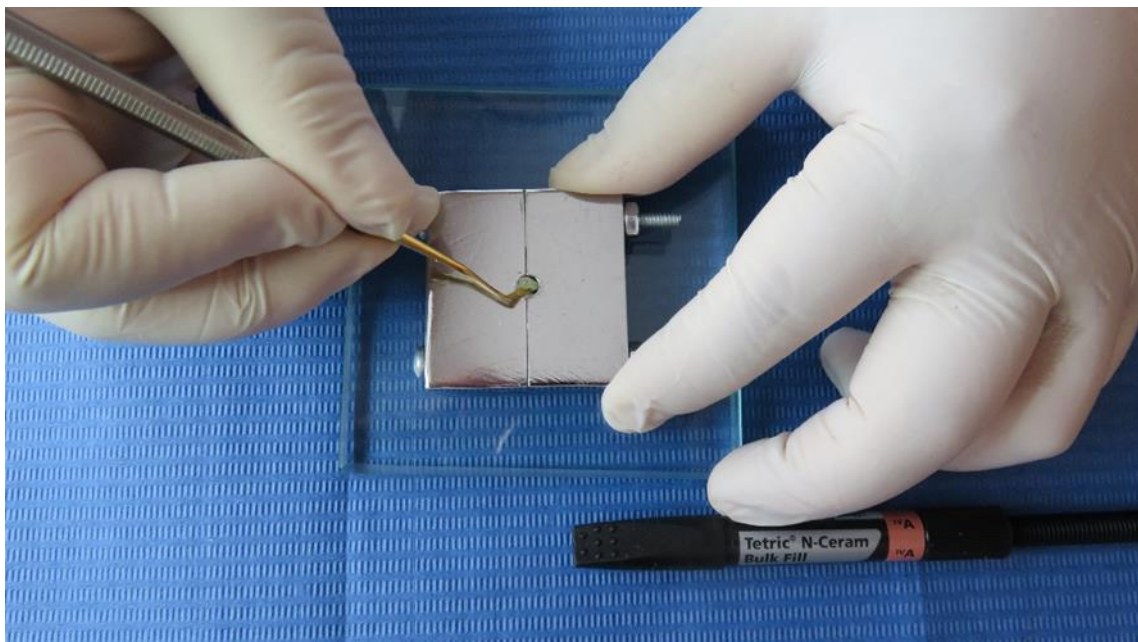


## RESINA TIPO A

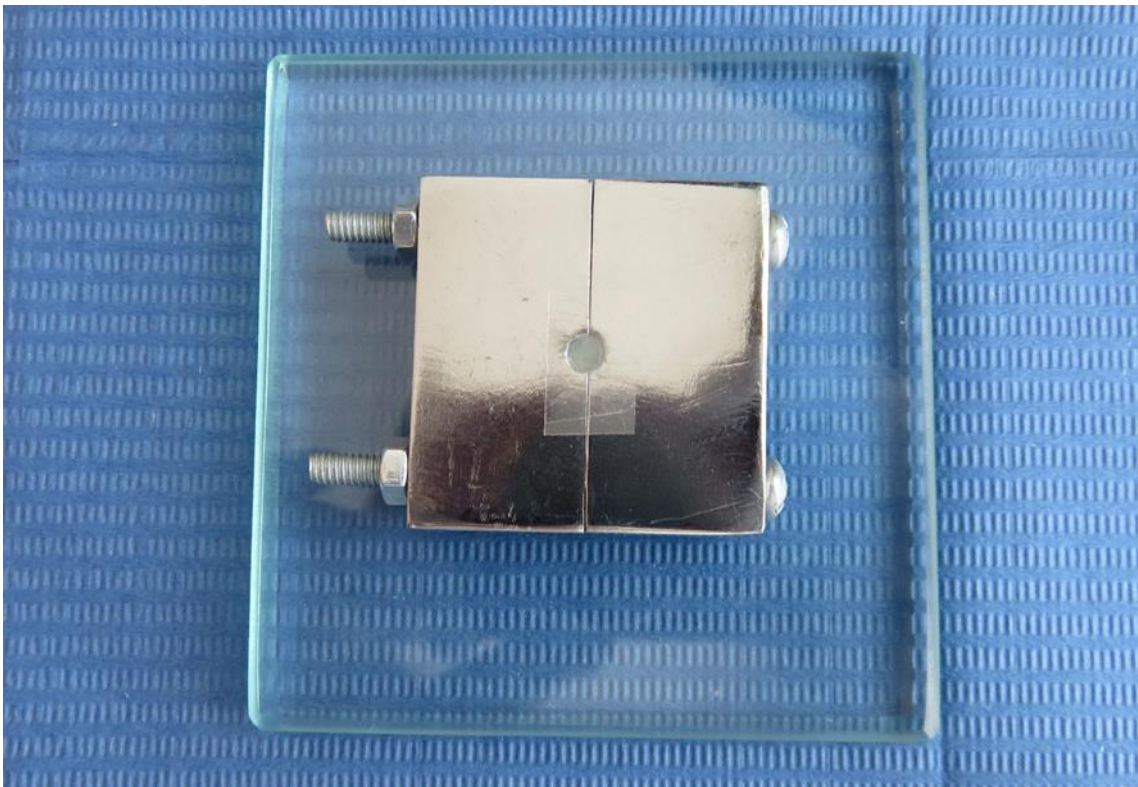
05. Matriz metálica posicionada en la platina de vidrio para inserción de la resina tipo A.



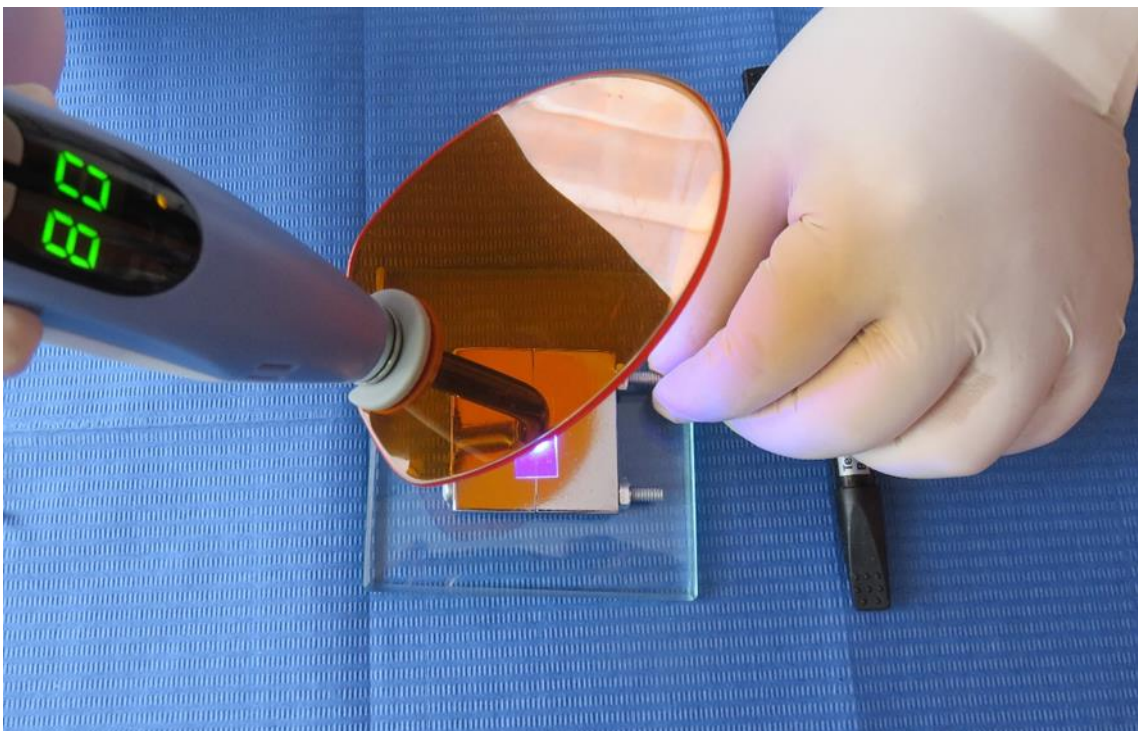
06. Inserción de la resina tipo A en la matriz metálica



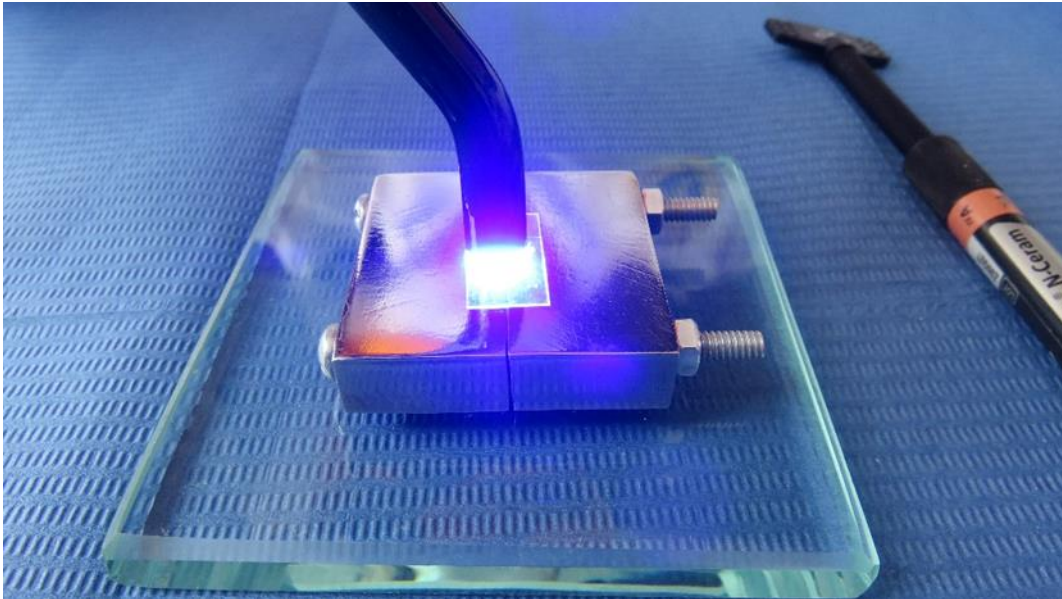
07. Colocación de cinta celuloide sobre la matriz metálica a fin de cubrir la resina tipo A.



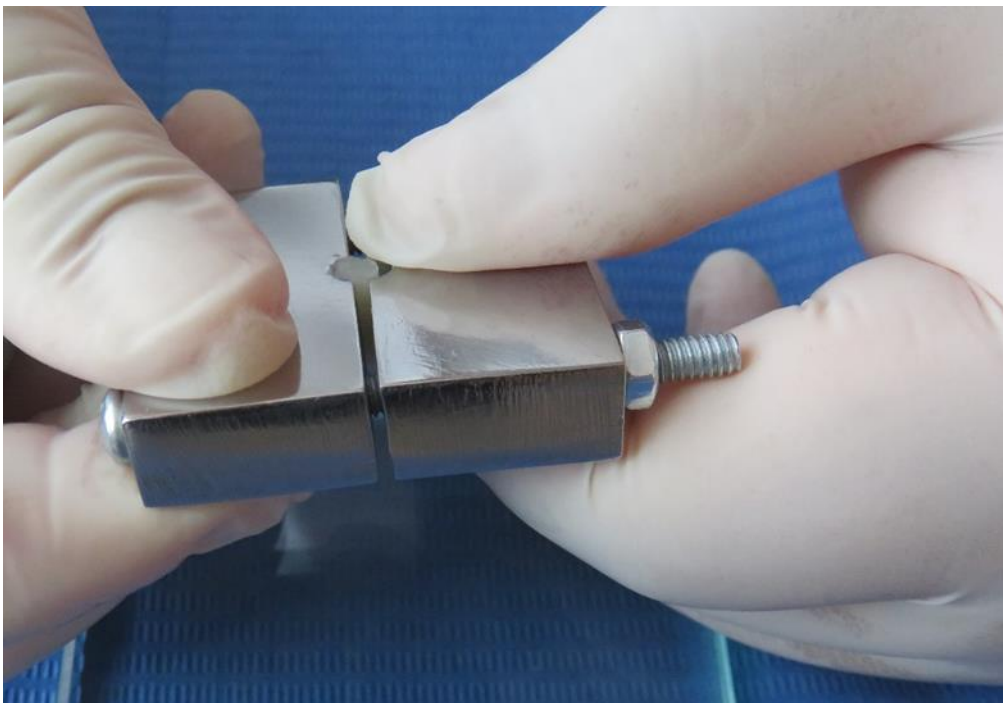
08. Polimerizando la resina tipo A con los tres modos de fotoactivación (luz intensa, luz en rampa y luz intermitente)



09. Polimerizando la Resina tipo A con los diferentes modos de fotoactivación (luz intensa, luz en rampa y luz intermitente).



10. Retiro de la resina tipo A de la matriz metálica.



### 11. Eliminación de la resina tipo A no polimerizada.

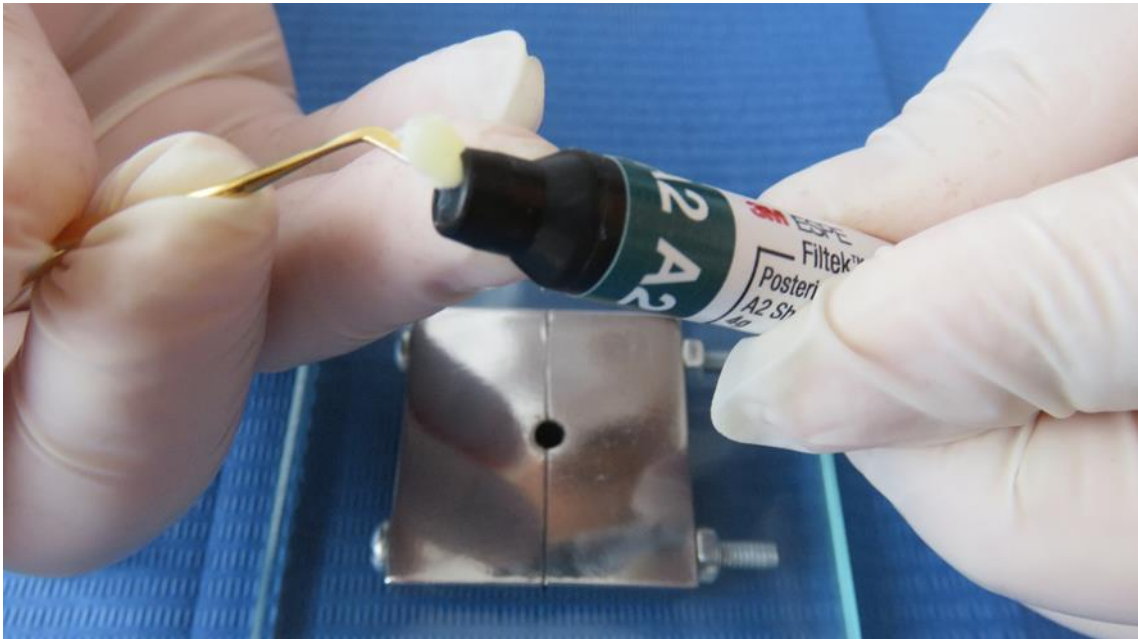


### 12. Medición de la resina tipo A polimerizada

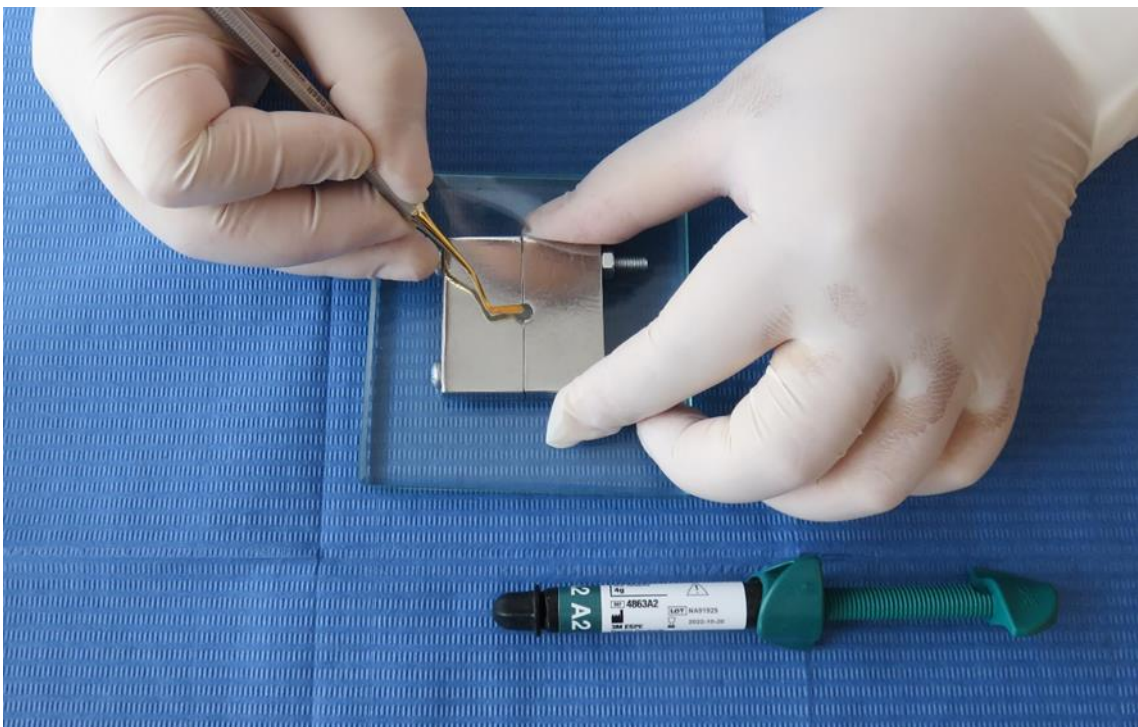


## RESINA TIPO B

13. Matriz metálica posicionada en la platina de vidrio para inserción de la resina tipo B

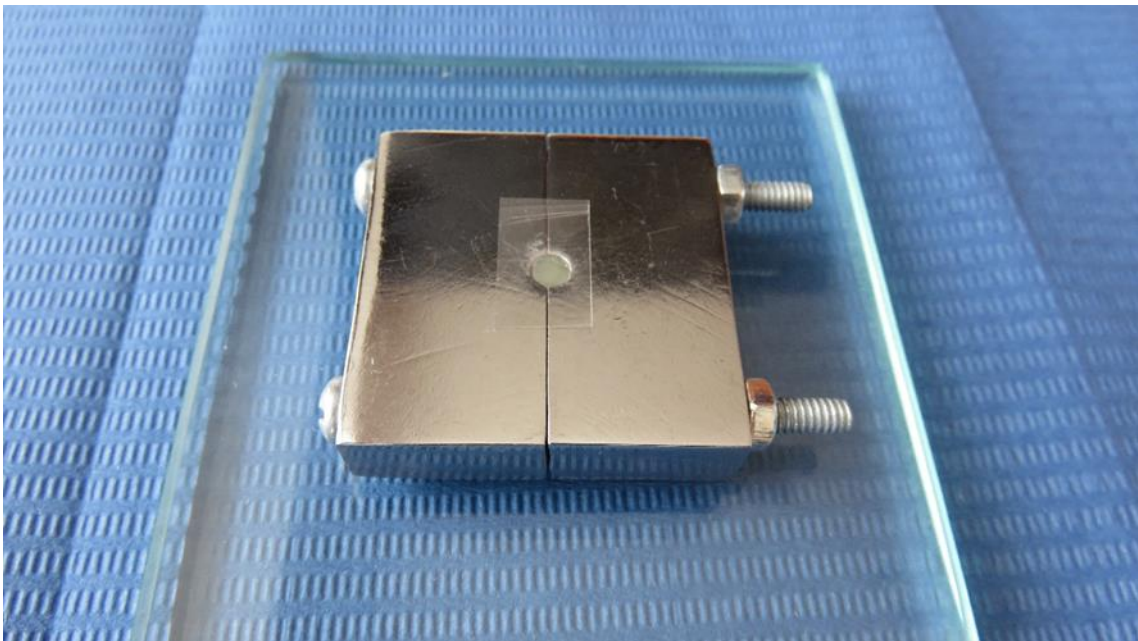


14. Inserción de la resina tipo B en la Matiz metálica

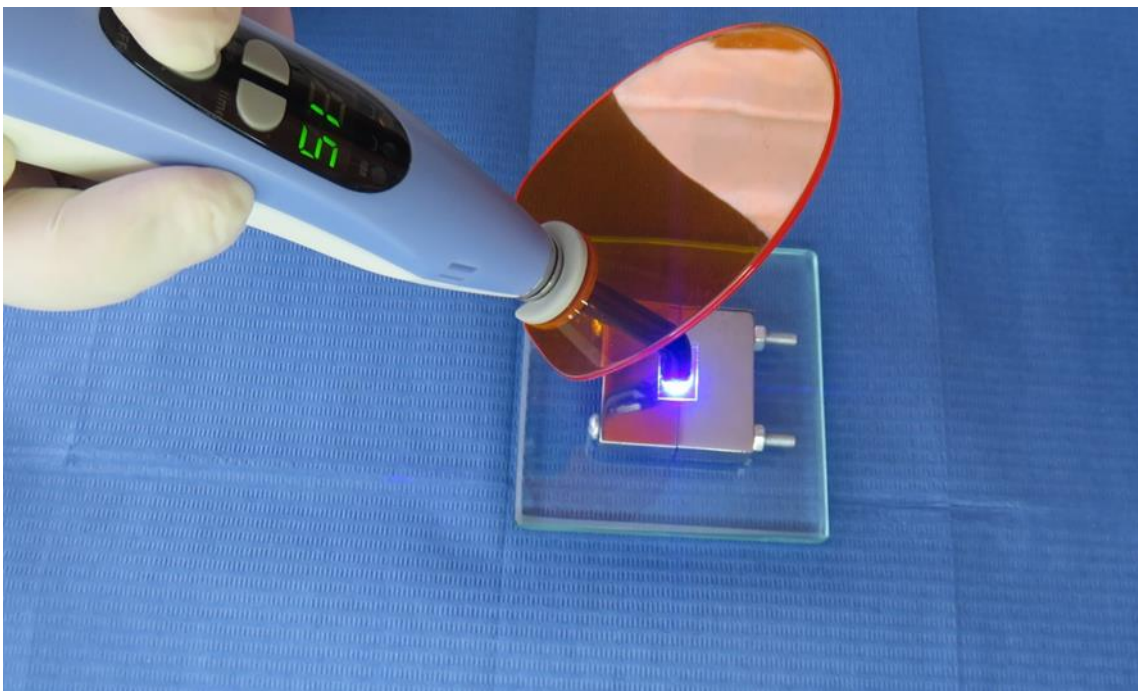




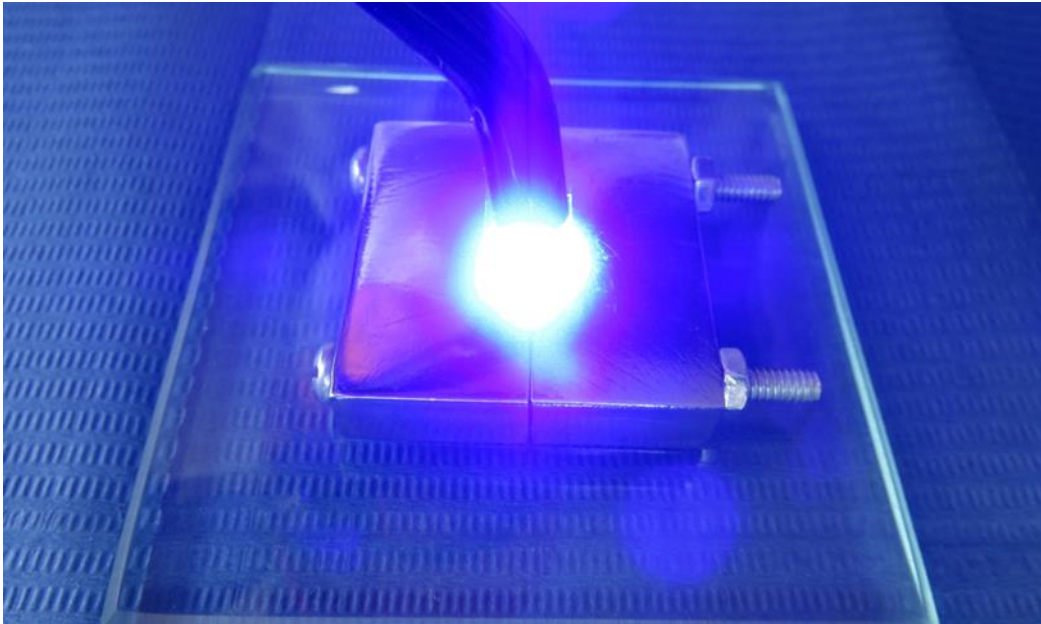
15. colocación de cita celuloide sobre la matriz a fin de cubrir la resina tipo B



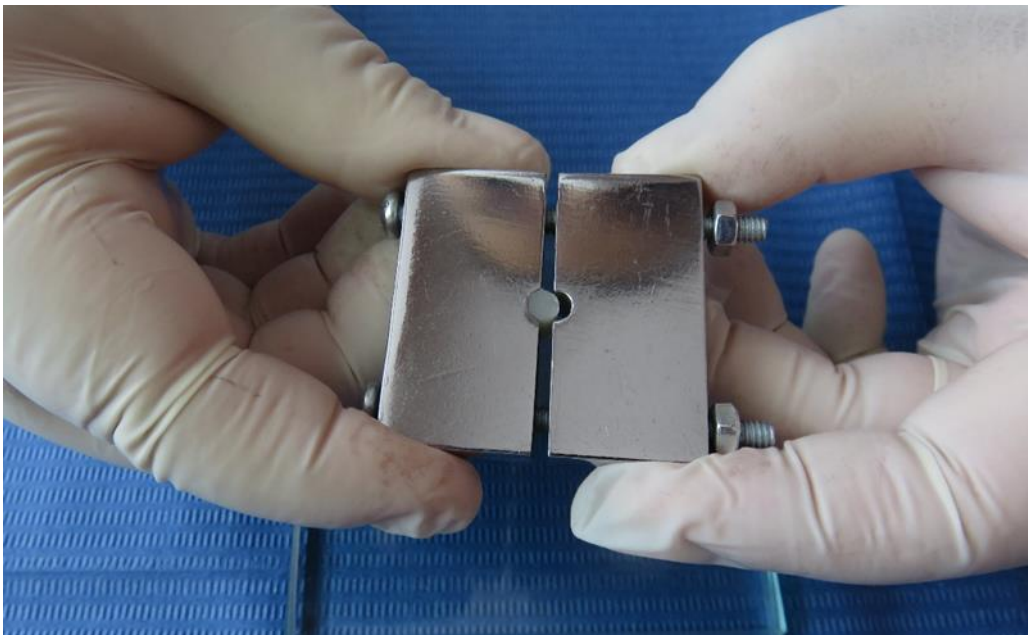
16. Fotopolimerizando la resina tipo B con los diferentes modos de fotoactivación (luz intensa, luz en rampa y luz intermitente).



17. Foto polimerizando la Resina tipo B con los diferentes modos de fotoactivación (luz intensa, luz en rampa y luz intermitente).



18. Retiro de la resina tipo B de la matriz metálica.



19. Eliminación de la resina tipo B no polimerizada.



20. Medición de la resina tipo B polimerizada



## 21. Las muestras cilíndricas de resina tipo A y B polimerizadas



## 22. Ejecutando el trabajo de investigación en las instalaciones del Laboratorio de Prótesis de la Clínica dental Charisma.



**Anexos 3.** Tabla Ficha de Recolección de datos

<b>FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS</b>						
<b>Tipo de Resinas</b>	<b>MODOS DE FOTOACTIVACIÓN</b>					
	<b>Luz Intensa</b>		<b>Luz en Rampa</b>		<b>Luz Intermitente</b>	
	H. absoluta	P. de poli	H. absoluta	P.de polime.	H. absoluta	P.de polime.
Resina A Tetric N-Ceram Bulk fill	7.70	3.85	7.36	3.68	7.04	3.52
	7.52	3.76	7.25	3.625	7.16	3.58
	7.68	3.84	7.30	3.65	7.09	3.55
	7.53	3.765	7.27	3.635	7.12	3.56
	7.49	3.745	7.34	3.67	6.99	3.495
	7.52	3.76	7.32	3.66	7.15	3.575
	7.68	3.84	7.29	3.645	7.00	3.50
	7.49	3.745	7.31	3.655	7.07	3.535
	7.74	3.87	7.28	3.64	7.13	3.565
	7.67	3.835	7.38	3.69	7.08	3.54
	7.69	3.845	7.31	3.655	7.12	3.56
	7.54	3.77	7.26	3.63	7.10	3.55
	7.58	3.79	7.34	3.67	7.08	3.54
	7.69	3.845	7.28	3.64	7.15	3.575
7.67	3.835	7.21	3.605	7.14	3.57	
Resina B Filtek™ Bulk fill 3M ESPE	8.24	4.12	8.13	4.065	7.98	3.99
	8.30	4.15	8.02	4.01	8.03	4.015
	8.37	4.185	8.23	4.115	8.00	4.00
	8.31	4.155	8.16	4.08	7.96	3.98
	8.28	4.14	8.00	4.00	8.04	4.02
	8.26	4.13	8.04	4.02	8.02	4.01
	8.23	4.115	8.02	4.01	7.96	3.98
	8.36	4.18	8.10	4.05	8.10	4.05
	8.25	4.125	8.05	4.025	8.05	4.025
	8.23	4.115	8.20	4.10	8.12	4.06
	8.26	4.13	8.17	4.085	8.08	4.04
	8.35	4.175	8.13	4.065	8.09	4.045
	8.36	4.18	8.12	4.06	7.02	3.51
	8.32	4.16	8.09	4.045	7.96	3.98
8.25	4.125	7.99	3.995	8.05	4.025	



**Anexos 4.** Solicitud de autorización para ejecutar el trabajo de investigación.

"Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional"

**SOLICITO: Autorización para ejecutar  
trabajo de investigación.**

**Dr. DEGLY ANTENOR MOLINA MENGOA.**

**GERENTE GENERAL DE LA CLÍNICA DENTAL CHARISMA**

*Quispe Maquera  
Dominga E. R.I.  
Degly Antenor Molina Mengoa  
18/11/18*

Yo, NELLY BEATRIZ QUISPE MAQUERA.  
Identificado con DNI 01342174, con domicilio  
en Jr. La Oroya N° 225 de esta ciudad de  
Puno, con respeto me presento a Ud. para  
manifestar lo siguiente:


Que habiendo concluido mis estudios en la Universidad Nacional del Altiplano de Juliaca, en la Escuela de Posgrado y siendo un requisito indispensable para la obtención del grado Académico de Doctor en Salud la ejecución del trabajo de Investigación; es por ello que solicito a Ud. autorizarme la realización del mencionado trabajo de investigación titulado: "Efecto de modos de fotoactivación en la profundidad de polimerización de resinas compuestas Bulk Fill, Puno 2018", bajo la tutoría de la Dra. Luz Dominga Mamani Cahuata; en las instalaciones del Laboratorio de Prótesis de la Clínica Dental Charisma que Ud. dirige.

POR LO EXPUESTO:

Ruego a Ud. Acceder a mi petición.

Puno, 11 de noviembre del 2018

ATENTAMENTE:

  
\_\_\_\_\_

NELLY BEATRIZ QUISPE MAQUERA

ADJUNTO:

- Acta de Aprobación de Proyecto de Tesis Doctoral

## Anexos 5. Constancia de Ejecución del trabajo de investigación.



### CONSTANCIA DE EJECUCIÓN DE INVESTIGACIÓN

EL QUE SUSCRIBE GERENTE DEL CENTRO ODONTOLÓGICO CHARISMA DE LA CIUDAD DE PUNO

#### HACE CONSTAR:

Que la Mg. Nelly Beatriz Quispe Maquera, ha culminado satisfactoriamente en la ejecución de su trabajo de investigación titulado: "EFECTO DE MODOS DE FOTOACTIVACIÓN EN LA PROFUNDIDAD DE POLIMERIZACIÓN DE RESINAS COMPUESTAS BULK FILL, PUNO 2018", en las instalaciones del Laboratorio Dental del Centro Odontológico Charisma de Puno, entre los meses de noviembre y diciembre de 2018.

Habiendo desarrollado el trabajo de investigación durante el tiempo programado, siendo así como consta en este documento.

Se emite la presente constancia a solicitud de la interesada para fines que estime conveniente.

Puno, 10 de enero de 2019

  
Charisma  
DentLife E.I.R.L.  
Degly Molina Mengoo

## Anexo 6. Documentación de Categorización de las instalaciones del Centro Odontológico Charisma



### Resolución Directoral Regional

Puno, 30 de Enero del 2019

**VISTO:** El Expediente de Trámite N° PUN20180093, y documento de Registro N° 1718-2018 de fecha 22 de Noviembre del 2018, Solicita la categorización del CENTRO ODONTOLÓGICO CHARISMA NISSI, establecimiento de Salud de Salud Privado, Como Representante Legal, Don: DEGLY ANTENOR MOLINA MENGOA, identificada con documento DNI N° 01343321, con IPRESS N° 00010043, del Distrito de Puno, Provincia de Puno, Departamento Puno, del ámbito de la Dirección Regional de Salud Puno.

#### CONSIDERANDO:

Que, según la Ley N° 26842, Ley General de Salud establece en su artículo 37°, que "los establecimientos de salud y los servicios médicos de apoyo, cualquiera sea su naturaleza o su modalidad de gestión, deben cumplir los requisitos que disponen los reglamentos y normas técnicas que dicta la Autoridad de Salud de nivel nacional en relación a planta física, equipamiento, personal asistencial, sistemas de saneamiento y control de riesgos relacionados con los agentes ambientales físicos, químicos, biológicos y ergonómicos y demás que proceden atendiendo a la naturaleza y complejidad de los mismos. La Autoridad de Salud de nivel nacional o a quien ésta delegue, verificará periódicamente el cumplimiento de lo establecido en la presente disposición";

Que, según la Ley N° 27867, Ley Orgánica de Gobiernos Regionales establece en su artículo 49°, las funciones en materia de salud

Que, el Decreto Supremo N° 013-2006-SA, de fecha 23 de junio de 2006, aprueba el Reglamento de Establecimientos de Salud y Servicios Médicos de Apoyo y establece las condiciones, requisitos y procedimientos para la operación y funcionamiento de los establecimientos de salud y servicios médicos de apoyo, orientados a garantizar la calidad de sus prestaciones, así como los mecanismos para la verificación, control y evaluación de su cumplimiento;

Que, según el artículo 7° del Reglamento de Establecimientos de Salud y Servicios Médicos de Apoyo, aprobado con Decreto Supremo N° 013-2006-SA, señala que dentro de los treinta (30) días calendario de iniciada sus actividades, el propietario del establecimiento de salud o del servicio médico de apoyo, conjuntamente con quien ejercerá la responsabilidad técnica del mismo, debe presentar a la Dirección Regional de Salud o Dirección de Salud correspondiente, una comunicación con carácter de declaración jurada garantizando la calidad y seguridad de los servicios que brinda;

Que, según el artículo 8° del Reglamento de Establecimientos de Salud y Servicios Médicos de Apoyo, aprobado con Decreto Supremo N° 013-2006-SA, establece que los establecimientos de salud y servicios médicos de apoyo, luego de haber presentado la comunicación (...) tendrán un plazo de noventa (90) días calendario para solicitar a la Dirección Regional de Salud o Dirección de Salud correspondiente su categorización. Los procedimientos y requisitos para Categorización se sujetan a lo dispuesto en la norma técnica sobre categorías que aprueba el Ministerio de Salud; ...///



III...

N° 0052-2019/DRS-PUNO-DEERHH

Que, según el artículo 100º del Reglamento de Establecimientos de Salud y Servicios Médicos de Apoyo, aprobado con Decreto Supremo N° 013-2006-SA, establece que Los establecimientos de salud Servicios médicos de apoyo deben someterse a procesos de

Categorización y recategorización de acuerdo a normas técnico sanitarias establecidas por el Ministerio de Salud

Que, según el numeral 6.1.1 de la NTS N° 021-MINSA/DGSP-V.03 Norma Técnica de Salud "Categorías de Establecimientos del Sector Salud", aprobada mediante la Resolución Ministerial N° 546-2011/MINSA establece que la categoría de un establecimiento de salud está basada en la existencia de determinadas Unidades Productoras de Servicios de Salud consideradas como mínimas y en el cumplimiento obligatorio de actividades de atención directa y de soporte:

Que, de acuerdo al documento INFORME N°0002-2019-DIRESA-PUNO-DESP-DSS, Informe Técnico para Categorización de Establecimientos de Salud Privados de la Dirección Regional de Salud. Emitido por el TAP. Washington Alejandro Cano Enríquez Categorizador General del Comité Técnico, de Categorización, según Resolución de Intendencia de Normas y Autorizaciones N° 00441-2015-SUSALUD/SAREFIS/INA, de fecha 11 de diciembre del año 2015, luego de evaluarse la existencia de Unidades Productoras de Servicios de Salud y el cumplimiento obligatorio de actividades de atención directa y de soporte a concluido, en el punto segundo, que el Establecimiento que solicita la categoría CUMPLEN, con las exigencias de la Norma Técnica, . COMO Servicios Médicos de Apoyo del presente año 2018, para ser categorizado en el Nivel I-1 del presente año 2018, así consta en acta de verificación, el expediente cumple con los requisitos previstos con las Normas Vigentes de Salud.

Que, de conformidad con la ley 27793 Ley de Bases de la Descentralización modificada por Ley 28379; Ley Orgánica de Gobiernos Regionales, modificada y complementada por leyes 27902, 28013, 28161, 28926, 28968 y 29053; Resolución Ministerial N° 405-2005/MINSA, que reconoce a las Direcciones Regionales de Salud como única Autoridad en salud en cada Región, y en uso de las atribuciones conferidas por la Ordenanza Regional N° 012-2014-GRP-CRP, que aprueba la Modificación del Reglamento de Organización y Funciones y la estructura orgánica de la Dirección Regional de salud Puno. Con la Aprobación del Director Ejecutivo de Salud de las Personas, y la Visación de la Dirección de Servicios de Salud de la DIRESA Puno:

#### SE RESUELVE:

**Artículo 1.-** Asignar la Categorización al Nivel I-1, sin población asignada al establecimiento de salud privado, CHARISMA NISSI. Para la atención especializada en odontología, Como responsable de la atención de salud Cirujano Dentista DEGLY ANTONOR MOLINA MENGUA, COP N° 16426, identificado con DNI N° 01343321, con Código Único IPRESS, N° 00010043, RUC N° 20447828392, cuya razón social está ubicado en el Jirón Tacna N°121, del Distrito de Puno, Provincia de Puno, Departamento de Puno.

**Artículo 2º.-** La categoría asignada tendrá una vigencia de tres (3) años. A partir de la fecha en caso que varíe su complejidad, el responsable técnico del Establecimiento de Salud, debe comunicar dentro del plazo máximo de treinta (30) días calendario de ocurrido el hecho y solicitar un nuevo proceso de categorización.

**Artículo 3º.-** El Órgano de Control Institucional, queda encargada de velar por el cumplimiento de la presente de acuerdo a sus atribuciones.

**Artículo 4º.-** Disponer que la Oficina de Comunicaciones de la Dirección Regional de Salud Puno publique la presente Resolución Directoral Regional en la dirección electrónica <http://diresapuno.gob.pe/web/marco-legal> del portal de internet de la Dirección Regional de Salud Puno.

**Artículo 5º.-** Transcribir la presente Resolución a los interesados e instancias administrativas correspondientes.

Regístrese y Comuníquese Y Publíquese.

SCRITO PARA LOS  
PERTINENTES A:  
MINSA  
DIRESA  
RELACION  
CON ASIST.  
ESTADO

FECHA:  
5/02/2019



01343321

**Anexos 7.** Parte estadística.

*Datos de estudio luz intensa*

TIPO DE RESINA	PROCESAMIENTO DE CASOS					
	LUZ INTENSA		CASOS PERDIDOS		TOTAL	
	N°	%	N°	%	N°	%
Resina A Tetric N-Ceram Bulk fill	15	100.00%	0	0.00%	15	100.00%
Resina B Filtek™ Bulk fill 3M ESPE	15	100.00%	0	0.00%	15	100.00%

Se presenta los datos que son procesados para el análisis estadístico respecto a la Resina tipo A Tetric N-Ceram Bulk fill y Resina tipo B Filtek™ Bulk fill que han sido fotoactivadas con luz emitida por diodos en modo luz intensa.

**PRUEBAS DE NORMALIDAD – LUZ INTENSA**

Pruebas de normalidad							
Resinas compuestas Bulk fill		Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Profundidad fopolimerización	Bulk fill Tipo A	0.273	15	0.004	0.854	15	0.020
	Bulk fill Tipo B	0.198	15	0.116	0.895	15	0.079
a. Corrección de significación de Lilliefors							

**Prueba estadística ANOVA – luz Intensa**

ANOVA						
Profundidad fopolimerización	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.	Factor Bayes <sup>a</sup>
Entre grupos	0.864	1	0.864	654.127	0.000	847319277083980000.000
Dentro de grupos	0.037	28	0.001			
Total	0.901	29				
a. Factor Bayes: JZS						

Se presenta los datos que son procesados para el análisis estadístico respecto a la Resina

TIPO DE RESINA	PROCESAMIENTO DE CASOS					
	LUZ RAMPA		CASOS PERDIDOS		TOTAL	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Resina A Tetric N-Ceram Bulk fill	15	100.00%	0	0.00%	15	100.00%
Resina B Filtek™ Bulk fill 3M ESPE	15	100.00%	0	0.00%	15	100.00%

A Tetric N-Ceram Bulk fill y Resina B Filtek™ Bulk fill que han sido fotoactivadas con luz emitida por diodos en modo de fotoactivación de luz en rampa.

### Correlación – Luz Intensa

Correlaciones					
			Profundidad polimerización	Resinas compuestas Bulk fill	Modos de fotoactivación
Rho de Spearman	Profundidad de fotopolimerización	Coefficiente de correlación	1.000	<b>,867**</b>	
		Sig. (bilateral)		0.000	
		N	30	30	30
	Resinas compuestas Bulk fill	Coefficiente de correlación	,867**	1.000	
		Sig. (bilateral)	0.000		
		N	30	30	30
	Modos de fotoactivación	Coefficiente de correlación			
		Sig. (bilateral)			
		N	30	30	30
**.	La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).				

Correlaciones					
			Resinas compuestas Bulk fill	Modos de fotoactivación	Profundidad de polimerización
Rho de Spearman	Resinas compuestas Bulk fill	Coefficiente de correlación	1.000		,767**
		Sig. (bilateral)			0.000
		N	30	30	30
	Modos de fotoactivación	Coefficiente de correlación			
		Sig. (bilateral)			
		N	30	30	30
	Profundidad de polimerización	Coefficiente de correlación	,767**		1.000
		Sig. (bilateral)	0.000		
		N	30	30	30
**.	La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).				

ANOVA						
Profundidad de polimerización	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.	Factor Bayes <sup>a</sup>
Entre grupos	1.417	1	1.417	153.794	0.000	14809752402.495
Dentro de grupos	0.258	28	0.009			
Total	1.675	29				
a. Factor Bayes: JZS						

Modos de fotoactivación	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Luz intensa	30	100.00%	0	0.00%	30	100.00%
luz en rampa	30	100.00%	0	0.00%	30	100.00%
luz intermitente	30	100.00%	0	0.00%	30	100.00%

Se presenta los datos que son procesados para el análisis estadístico respecto a los modos de fotoactivación de las resinas Bulk fill con luz intensa, luz en rampa y luz intermitente.

### Prueba de Normalidad entre grupos

ANOVA						
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Luz intensa	Entre grupos	0.864	1	0.864	654.127	0.000
	Dentro de grupos	0.037	28	0.001		
	Total	0.901	29			
Luz en rampa	Entre grupos	1.190	1	1.190	1253.439	0.000
	Dentro de grupos	0.027	28	0.001		
	Total	1.217	29			
Luz intermitente	Entre grupos	1.417	1	1.417	153.794	0.000
	Dentro de grupos	0.258	28	0.009		
	Total	1.675	29			

Fuente: Matriz de recolección de datos.

Se muestra la prueba de ANOVA, luego de haber realizado la prueba de normalidad (VER ANEXO) donde muestra que los datos son normales, por lo cual se realizó a ejecutar la prueba estadística de ANOVA, tengo como resultado una significancia de 0.000, por lo que es rechazada la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis alterna, que existe diferencia significativa entre las medias.

### Correlación LUZ INTENSA LUZ EN RAMPA LUZ INTERMITENTE

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente:	Profundidad de fotopolimerización					
DMS						
(I) Modos de fotoactivación		Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Luz en Intensa	Rampa	,1268 <sup>*</sup>	0.01597	0.000	0.0951	0.1586
	Intermitente	,2113 <sup>*</sup>	0.01597	0.000	0.1796	0.2431

Luz en Rampa	Intensa	-,1268 <sup>*</sup>	0.01597	0.000	-0.1586	-0.0951	
	Intermitente	,0845 <sup>*</sup>	0.01597	0.000	0.0527	0.1163	
Luz Intermitente	Intensa	-,2113 <sup>*</sup>	0.01597	0.000	-0.2431	-0.1796	
	Rampa	-,0845 <sup>*</sup>	0.01597	0.000	-0.1163	-0.0527	
Se basa en las medias observadas. El término de error es la media cuadrática(Error) = ,004							
*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.							

### PRUEBA TUKEY – LUZ INTENSA LUZ INTERMITENTE LUZ EN RAMPA

Profundidad de polimerización			
Tukey B <sup>a</sup>			
Modos de fotoactivación	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
Luz Intermitente	30	3.7647	
Luz en Rampa	30	3.8492	
Luz en Intensa	30		3.9760
Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.			
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 30,000.			