



**FACULTAD DE MEDICINA HUMANA Y CIENCIAS DE LA SALUD  
ESCUELA PROFESIONAL DE ESTOMATOLOGÍA**

TESIS

EFICIENCIA DE FOTOPOLIMERIZACIÓN DE LÁMPARAS LED EN  
RELACIÓN A LA MICRODUREZA DE RESINAS COMPUESTAS  
DE LA CLÍNICA ESTOMATOLÓGICA DE LA UNIVERSIDAD ALAS  
PERUANAS. AREQUIPA 2018.

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE CIRUJANO DENTISTA

PRESENTADO POR:

BACHILLER MARÍA DEL CARMEN ZÚÑIGA ORTIZ

ASESORA:

DRA. SANDRA CLARA ALICIA CORRALES MEDINA

AREQUIPA, PERÚ

ENERO – 2019

## DEDICATORIA

**A Dios**, mi Padre eterno que vela siempre desde arriba por mí, quien nunca me dejó sola, quien me dio fortaleza necesaria para lograr mis metas.

**A mis Padres**, que creyeron en mí siempre, quienes sembraron la semilla de superación en mí, quienes me cuidaron e hicieron de mí la persona que ahora lucha por sus sueños y cumple sus metas.

**A mis hermanas**, Mellid, Gleizy y Lolita, quienes nunca me dejaron caer, a quienes amo con todo mi corazón, porque me escucharon cuando más lo necesite, jamás escatimaron en darme algo cuando más apoyo solicite.

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero expresar mi gratitud a Dios, quien con su bendición llena siempre mi vida y a toda mi familia por estar siempre presentes.

Un profundo agradecimiento a la Universidad Alas Peruanas, mi casa superior de estudios, quien me abrió las puertas para realizar todo el proceso investigativo.

A mis maestros que con la enseñanza de sus valiosos conocimientos hicieron que pueda crecer día a día como profesional, gracias a cada uno de ustedes por su paciencia, dedicación, apoyo incondicional y amistad.

Finalmente quiero expresar mi más grande y sincero agradecimiento a la Dra. Sandra Corrales, Dr. Pedro Gamero y al Dr. Xavier Sacca, principales colaboradores durante todo este proceso, quien con su dirección, conocimiento, enseñanza y colaboración permitieron el desarrollo de este trabajo.

## RESUMEN

Las resinas compuestas cuentan con características que son importantes conocerlas al utilizarlas, al igual que los instrumentos que intervienen en las restauraciones con resinas compuestas como las lámparas LED; por esta razón la presente investigación tuvo por objetivo determinar la eficiencia de fotopolimerización de lámparas LED en relación a la microdureza de resinas compuestas en la clínica Estomatológica de la Universidad Alas Peruanas.

Para cumplir con nuestro objetivo, se prepararon 30 muestras de resina compuesta Filtek 3M Z350 XT, los que se dividieron en 3 grupos de 10 unidades cada uno, en cada uno de ellos se evaluó la eficiencia de fotopolimerización de un modelo de lámpara LED Woodpecker (LED B, LED C y LED H).

La técnica de recolección de datos que se utilizó en el estudio fue la Observación Laboratorial y como instrumento se aplicó el parámetro de microdureza a la penetración Vickers en la parte superficial de cada resina, eligiéndose tres puntos en forma de triángulo (mesial central y distal) con una carga de 100gr. durante 10 segundos.

La investigación corresponde al tipo experimental, pues nosotros hemos intervenido sobre las unidades de estudio (resinas) a través de la aplicación de la fotopolimerización con las lámparas elegidas para tal fin; así mismo, el diseño es transversal, laboratorial, prospectivo y relacional.

Los resultados han demostrado que el modelo de lámpara LED que evidenció la mayor eficiencia en su fotopolimerización, reflejada en el hecho que obtuvo mayores valores de microdureza en las resinas compuestas Filtek 3M Z350 XT, fue el modelo LED H. Luego están las lámparas LED C y B.

### **PALABRAS CLAVE:**

Filtek, Z350 XT, Fotocurado, Vickers, microdureza. Resina.

## **ABSTRACT**

Composite resins have characteristics that are important to know when using them, as well as the instruments that intervene in restorations with composite resins such as LED lamps; for this reason the present investigation had the objective of determining the efficiency of light curing of LED lamps in relation to the microhardness of composite resins used in the stomatological clinic of Alas Peruanas University.

To fulfill our objective, 30 Filtek 3M Z350 XT composite resin samples were prepared, which were divided into 3 groups of 10 units each, in each of them the photopolymerization efficiency of a Woodpecker LED lamp model was evaluated (LED B, LED C and LED H).

The data collection technique that was used in the study was the Laboratory Observation and as an instrument the microhardness parameter was applied to the Vickers penetration in the superficial part of each resin, choosing three triangle-shaped points (mesial central and distal) with a load of 100gr. for 10 seconds.

The investigation corresponds to the experimental type, because we have intervened on the study units (resins) through the application of the photopolymerization with the lamps chosen for that purpose; likewise, the design is transversal, laboratorial, prospective and comparative.

The results have shown that the LED lamp model that showed the highest efficiency in its photopolymerization, reflected in the fact that it obtained higher microhardness values in the Filtek 3M Z350 XT composite resins, was the LED model H. Then there are the LED C lamps and B.

### **KEYWORDS:**

Filtek, Z350 XT, Fotocurado, Vickers, microhardness, Resin.

# ÍNDICE

DEDICATORIA.....	I
AGRADECIMIENTO.....	II
RESUMEN .....	III
ABSTRACT .....	IV
ÍNDICE DE TABLAS .....	VII
ÍNDICE DE GRÁFICOS .....	VIII
INTRODUCCIÓN .....	IX
<b>CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....</b>	<b>1</b>
1.1 DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA .....	1
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	3
1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	3
1.3.1 Objetivo General.....	3
1.3.2 Objetivo Específicos.....	3
1.4 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	3
1.4.1 Importancia de la Investigación .....	3
1.4.2 Viabilidad de la Investigación .....	4
1.5 LIMITACIONES DEL ESTUDIO.....	5
<b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>6</b>
2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	6
2.2 BASES TEÓRICAS .....	12
2.2.1 Dispositivos de Fotocurado .....	12
2.2.2 Consecuencias de una Fotopolimerización Incorrecta.....	15
2.2.3 Factores claves a tomar en cuenta para una Fotopolimerización Eficiente.....	16
2.2.4 Características de la Lámpara.....	17
2.2.5 Fotopolimerización.....	18
2.2.6 Resinas.....	26
2.2.7 Dureza de Resinas Compuestas .....	35
2.2.8 Dureza .....	36
2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.....	38

<b>CAPÍTULO III: HIPÓTESIS Y VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN</b> .....	38
3.1 FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS PRINCIPAL Y DERIVADAS.....	39
3.1.1 Hipótesis Principal .....	39
3.1.2 Hipótesis Derivada.....	39
<b>CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA</b> .....	41
4.1 DISEÑO METODOLÓGICO .....	41
4.2 DISEÑO MUESTRAL .....	42
4.3 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	43
4.3.1 Técnica: .....	43
4.3.2 Instrumento:.....	43
4.3.3 Procedimientos de Recolección de Datos .....	43
4.4 TÉCNICAS ESTADÍSTICAS PARA EL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN .....	46
4.5 ASPECTOS ÉTICOS.....	46
<b>CAPÍTULO V: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN</b> .....	47
5.1 ANÁLISIS DESCRIPTIVO: .....	47
5.2 ANÁLISIS INFERENCIAL:.....	58
5.3 COMPROBACIÓN DE LAS HIPÓTESIS:.....	61
ANEXOS .....	72
ANEXO N° 01: FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	72
ANEXO N° 02: SECUENCIA FOTOGRAFICA .....	73
ANEXO N° 03: FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS .....	74
ANEXO N° 04: DOCUMENTACION SUSTENTARIA.....	78
ANEXO N° 05: MATRIZ DE DATOS .....	79

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>TABLA N° 1</b>	: Eficiencia de la fotopolimerización de las lámparas led b sobre la microdureza de resinas compuestas .....	47
<b>TABLA N° 2</b>	: Eficiencia de la fotopolimerización de las lámparas led c sobre la microdureza de resinas compuestas .....	49
<b>TABLA N° 3</b>	: Eficiencia de la fotopolimerización de las lámparas led h sobre la microdureza de resinas compuestas .....	51
<b>TABLA N° 4</b>	: Relación de la eficiencia de la fotopolimerización de las lámparas led sobre la microdureza en la zona 1 de las resinas compuestas.....	53
<b>TABLA N° 5</b>	: Relación de la eficiencia de la fotopolimerización de las lámparas led sobre la microdureza en la zona 2 de las resinas compuestas.....	55
<b>TABLA N° 6</b>	: Relación de la eficiencia de la fotopolimerización de las lámparas led sobre la microdureza en la zona 3 de las resinas compuestas.....	57
<b>TABLA N° 7</b>	: Prueba análisis de varianza para evaluar la eficiencia de la fotopolimerización de las lámparas led sobre la microdureza de resinas compuestas.....	59
<b>TABLA N° 8</b>	: Análisis de varianza para relacionar la eficiencia de la fotopolimerización entre las lámparas led respecto a la microdureza de las resinas compuestas de acuerdo con la zona evaluada. ....	61

## GRÁFICO DE TABLAS

<b>GRÁFICO N° 1</b>	: Eficiencia de la fotopolimerización de las lámparas led b sobre la microdureza de resinas compuestas ....	48
<b>GRÁFICO N° 2</b>	: Eficiencia de la fotopolimerización de las lámparas led c sobre la microdureza de resinas compuestas ....	50
<b>GRÁFICO N° 3</b>	: Eficiencia de la fotopolimerización de las lámparas led h sobre la microdureza de resinas compuestas ....	52
<b>GRÁFICO N° 4</b>	: Relación de la eficiencia de la fotopolimerización de las lámparas led sobre la microdureza en la zona 1 de las resinas compuestas.....	54
<b>GRÁFICO N° 5</b>	: Relación de la eficiencia de la fotopolimerización de las lámparas led sobre la microdureza en la zona 2 de las resinas compuestas.....	56
<b>GRÁFICO N° 6</b>	: Relación de la eficiencia de la fotopolimerización de las lámparas led sobre la microdureza en la zona 3 de las resinas compuestas.....	58
<b>GRÁFICO N° 7</b>	: Prueba análisis de varianza para evaluar la eficiencia de la fotopolimerización de las lámparas led sobre la microdureza de resinas compuestas .....	59
<b>GRÁFICO N° 8</b>	: Análisis de varianza para relacionar la eficiencia de la fotopolimerización entre las lámparas led respecto a la microdureza de las resinas compuestas de acuerdo con la zona evaluada.....	60

## INTRODUCCIÓN

Las restauraciones de resinas compuestas son actualmente los procedimientos más comunes en odontología restauradora, por ello es necesario dar importancia a todo el proceso operatorio y de conversión por el que pasa la resina compuesta de los cuales depende nuestro éxito clínico.

En estudios realizados se ha podido comprobar que las propiedades físicas y mecánicas de las restauraciones de resina compuesta, dependen de factores varios que se relacionan con el procedimiento adecuado para el éxito clínico. Por ello es fundamental considerar cada uno de estos procesos, como el de la fotopolimerización que debe ser completa y adecuada y que se relaciona con la microdureza de la resina compuesta utilizada, un proceso que ha pasado desapercibido por muchos profesionales, a pesar de ser una de las principales causas en el éxito o el fracaso de las restauraciones.

Es necesario que las lámparas de fotopolimerización cuenten con una intensidad y longitud de onda adecuada. Otros factores a considerar son: la técnica del operador, características de la restauración y la energía requerida por la resina. Si uno de los factores no se cumple, existirán fallas en las restauraciones impidiendo el éxito de las mismas.

Es por ello que el presente estudio pretende analizar la eficiencia de la fotopolimerización en relación a la microdureza de resinas compuestas considerando características de exposición dadas por el operador.

# CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

## 1.1 DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

El uso de restauraciones adheridas en odontología restauradora continúa aumentando, incluyendo el número de restauraciones a base de resinas compuestas colocadas en lugar de amalgama. Por ello, la eficiencia de la fotopolimerización es uno de los factores más importantes dentro de los procedimientos odontológicos para la realización de restauraciones con composites, es así que en la actualidad será necesario brindar prioridad al conjunto de instrumentos y materiales que la incluyen.

Las propiedades físicas y mecánicas de las resinas compuestas están directamente relacionadas con un adecuado proceso de conversión de monómeros a polímeros. Su éxito clínico va a depender del grado de polimerización obtenido, el cual dará su microdureza final.

Más del 37% de las restauraciones de resina son fotopolimerizadas insuficientemente, y la mayoría de las veces se debe a unidades de fotopolimerización con intensidades menores de 300 mV/cm<sup>2</sup>, descritas en la literatura como inadecuadas, inutilizables o inapropiadas. Tres estudios internacionales dedicados a medir la intensidad de las unidades fotopolimerizables utilizadas en las prácticas dentales reportaron que del 33% al 48% de las lámparas de los consultorios odontológicos tenían una intensidad menor a 300 mw/cm<sup>2</sup>.

La efectividad de un procedimiento de fotopolimerización depende de la potencia de la salida de luz, así como el espectro de la luz y el diseño de la punta. El tiempo de polimerización la química de la resina, el tipo de fotoiniciador, la localización y la orientación de la restauración, la presencia de materiales que bloqueen parcialmente la luz, y la habilidad del clínico para apuntar y mantener la luz sobre el objetivo a 90° son también factores importantes.

Los factores que afectan la eficacia de fotopolimerización, incluyen la distancia desde la punta de la unidad de fotopolimerización hasta la

superficie de la resina, sombra y translucidez de la resina y el espesor mínimo del incremento. Por ello es importante tener un amplio espectro de emisión, una suficiente intensidad de luz, una mínima disminución de la energía con la distancia, múltiples modalidades de fotopolimerización, suficiente duración para múltiples ciclos de polimerización y un material Composite que posibilite la conversión del monómero a una profundidad adecuada, ya que el grado de conversión fue reconocido como vital para su éxito clínico.

Se ha demostrado que la polimerización insuficiente puede conducir a la disminución de propiedades físicas, mecánicas y biológicas por lo que puede dar lugar al fracaso de una restauración y a la afectación del tejido pulpar es por ello que los profesionales y estudiantes de Estomatología deberían comprender los principios de polimerización, ya que además los monómeros libres son citotóxicos. Así mismo la sub-polimerización puede provocar flexiones y un consiguiente “bombeo” de la restauración, que puede resultar en sensibilidad postoperatoria.

Dada estas observaciones se procede a una exhaustiva revisión de investigaciones realizadas en Arequipa, en la Universidad Alas Peruanas, encontrándose muy escasa información acerca de la Eficiencia de fotopolimerización de las lámparas LED.

En estudios realizados se menciona que en la práctica privada a nivel mundial se está utilizando de manera inadecuada las unidades de fotopolimerización. Así mismo el 10% de unidades de fotopolimerización evaluadas estaban cumpliendo con la intensidad requerida para una correcta restauración.

La presente investigación evaluará la eficiencia de fotopolimerización de las lámparas LED que utilizan los alumnos de la clínica estomatológica de la Universidad Alas Peruanas, a fin de determinar una fotopolimerización adecuada en relación a la microdureza de resinas compuestas fotopolimerizadas con lámparas LED, tomando en cuenta que las marcas comerciales evaluadas en su mayoría son Woodpecker.

## **1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Cuál será la Eficiencia de fotopolimerización de las lámparas LED en relación a la microdureza de resinas compuestas en la Clínica Estomatológica de la Universidad Alas Peruanas de Arequipa?

## **1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.3.1 Objetivo General**

Determinar la eficiencia de fotopolimerización de las lámparas LED en relación a la microdureza de resinas compuestas en la Clínica Estomatológica de la Universidad Alas Peruanas.

### **1.3.2 Objetivo Específicos**

- Establecer la eficiencia de la fotopolimerización de lámparas LED Woodpecker modelo LED B sobre la microdureza de resinas compuestas.
- Establecer la eficiencia de la fotopolimerización de lámparas LED Woodpecker modelo LED C sobre la microdureza de resinas compuestas.
- Establecerla eficiencia de la fotopolimerización de lámparas LED Woodpecker modelo LED H sobre la microdureza de resinas compuestas.
- Relacionar la eficiencia de las lámparas LED Woodpecker modelo Led C, Led B y Led H sobre la microdureza de resinas compuestas.

## **1.4 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.4.1 Importancia de la Investigación**

La importancia científica del presente estudio radica en evaluar la eficiencia de fotopolimerización de lámparas LED en relación a la microdureza de resinas compuestas de la clínica Estomatológica de

la Universidad Alas Peruanas, a fin de observar las propiedades físicas y favorecer la calidad de tratamiento ofrecida al paciente.

La importancia académica radica en contribuir con información acerca la calidad de lámparas LED y de la eficiencia de fotopolimerización tomando como parámetro la microdureza, la cual es una herramienta que ayudará a consolidar los conocimientos del presente proyecto y a mejorar el desempeño clínico.

La importancia Social radica en conocer la eficiencia de fotopolimerización en relación a la microdureza de resinas compuestas, al saber que la mayoría de casas dentales distribuyen y comercializan de manera frecuente lámparas LED de la marca Woodpecker, de las cuales se desconoce su eficiencia de fotopolimerizado al medirlas con el parámetro de la microdureza.

Así mismo, se considera viable por cuanto no existen trabajos previos en la Universidad Alas Peruanas que evalúen la eficiencia de fotopolimerización en relación a la microdureza.

#### **1.4.2 Viabilidad de la Investigación**

Se considera viable ya que cuenta con todos los recursos necesarios como:

##### **A. Recursos Humano**

Investigador(a): Bach. María del Carmen Zúñiga Ortiz

Asesor: Dra. Sandra Clara Alicia Corrales Medina

##### **B. Recursos y Materiales:**

- Papel Bond A4
- Lapicero indeleble
- Folders
- Laptop
- Impresora
- Perforador

- Memoria USB
- Resina (Z350XT 3M ESPE)
- Guantes Látex
- Barbijo, Gorro
- Campo
- Lámina portaobjetos
- Matriz de polietileno
- Espátula para resina
- Atacador de resina
- Lámpara LED de fotocurado(marca Woodpecker)
- Microdurometro Vickers (marca LG)
- Gomas de Pulir, piedras diamantadas
- Platina de vidrio
- Recipientes opacos

**C. Recursos Institucionales:**

- Universidad Alas Peruanas- Filial Arequipa
- High Technology Laboratory Certificate. SAC. Lima.

**1.5 LIMITACIONES DEL ESTUDIO**

El desarrollo de la siguiente investigación es in vitro puesto que la eficiencia de fotopolimerización en relación a la microdureza de resinas compuestas, solo es factible determinarla de esta manera, por lo cual no permitirá evaluar otros factores que se encuentran presentes en el medio oral.

## CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

#### 2.1.1 Antecedentes Internacionales

Martínez Villavicencio, Mauricio Andrés. **ESTUDIO COMPARATIVO IN VITRO DE LA RESISTENCIA A LA TENSION DIAMETRAL DE UNA RESINA COMPUESTA FOTOPOLIMERIZADA CON UNA LÁMPARA LED Y UNA LÁMPARA HALÓGENA CONVENCIONAL.** Chile. 2005. Los resultados obtenidos fueron en promedio de 66.88 Mpa para los que fueron fotopolimerizados con la lámpara L.E.D. y 64.9 Mpa para los que fueron fotopolimerizados con la lámpara halógena convencional. Se concluye que no existe diferencia significativa con respecto a la resistencia a la tensión diametral obtenida al fotopolimerizar una resina compuesta con una lámpara u otra.<sup>9</sup>

Guerrero Bravo, Ana Gabriela. **ESTUDIO COMPARATIVO IN VITRO DE LA PROFUNDIDAD DE CURADO DE UNA RESINA NANO-HIBRIDA FOTOACTIVADA CON LUZ HALÓGENA VERSUS LUZ LED SEGÚN LA NORMA ISO 4049, EN LA CARRERA DE ODONTOLOGÍA, DE LA UNIVERSIDAD ACADEMICA DE SALUD Y BIENESTAR, CARRERA DE ODONTOLOGÍA, DE LA UNIVERSIDAD CATÓLICA CUENCA 2015-2016.** Ecuador.2016. Existen diferencias significativas en la profundidad de polimerización de cuerpos de resina fotoactivadas con luz Led en relación a las fotopolimerizadas con luz Halógena. El valor obtenido de la profundidad de curado de las muestras de resina z350 xt, A2, esmalte, fotoactivadas con luz halógena (Bonart Plus), con un tiempo de exposición de 40 segundos, a una distancia de 0mm fue de  $2,26 \pm 03\text{mm}$ . Las muestras de resina z350 xt, A2, esmalte, fotoactivadas con luz LED de tercera generación (Radii plus), con un tiempo de exposición de 10 segundos y una distancia 0mm fue de  $2,29 \pm 03\text{mm}$ .<sup>10</sup>

Reviejo Fragua, Marta. **EFICACIA DE POLIMERIZACIÓN DE UNA MODERNA LÁMPARA DE LUZ HALÓGENA A TRAVÉS DE CERÁMICA.** Tras realizar la estadística descriptiva para un tamaño muestral (N) de 33, las medias de los Números de Dureza Vickers (VHN), las desviaciones estándar, así como los valores máximos y mínimos, se muestran en la tabla VI: Los valores más altos de dureza, tanto de la media (9.72) como del máximo (12.92) y mínimo (6.61), se han conseguido en la superficie expuesta (la más cercana al haz luminoso), y los más bajos en la superficie opuesta (la más alejada del haz luminoso) y los más bajos en la superficie opuesta (la más alejada del haz luminoso), tal como se esperaba. <sup>11</sup>

Martínez Regalado, Galo Xavier. **EVALUACIÓN DE LA INTENSIDAD DE LA LUZ, TEMPERATURA E INTEGRIDAD DE LAS LAMPARAS HALOGENAS DE LA FACULTAD DE ODONTOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD DE LAS AMÉRICAS.** Chile. 2016. Como resultado, se observó que las lámparas de luz halógena se encuentran en óptimas condiciones para uso. Puesto que el calor que emanan está dentro del rango aceptado y solo 1 de las 38 sobrepasa la temperatura límite con la que se produce muerte pulpar. En cuanto a la intensidad de salida de luz, dentro de la clínica, el 26% del total de las lámparas se encuentran dentro del rango que proponen los autores, el 69% está por encima de lo estipulado y el 5% está por debajo. Mientras que el 56% del total de las lámparas en simuladores se ubicó dentro del rango que proponen los autores, el 44% está por encima de lo estipulado y ninguna por debajo. En cuanto a la fibra óptica, para el caso de lámparas utilizadas en la clínica, 15 de ellas (65%) presentan alguna fisura o degradación en su fibra. En cuanto a las lámparas utilizadas como simuladores, el 74% restante oscila entre un estado del 40 al 90%; es decir 11 de ellas presentan alguna fisura o degradación en su fibra.<sup>12</sup>

Zambrano Negrete, Nicole Estefany. **EFFECTIVIDAD DEL USO DE LÁMPARAS DE ALTA POTENCIA DE PROFUNDIDAD DE FOTOCURADO EN RESINAS COMPUESTAS UNIVERSIDAD ANDRÉS BELLO, 2016.** Chile.2016. La efectividad del uso de las diferentes lámparas en la profundidad del fotocurado medidas en espesores de 4 y 5mm en resinas tipo bulk fill no muestra diferencias estadísticamente significativas entre la lámpara Valo Cordless con la Coltolux LED. A su vez al comparar la lámpara LED Coltolux Colteme 4 y 5mm, y por otro lado la Valo Cordless 4 y 5mm, si existieron diferencias significativas en la efectividad de la profundidad fotocurado.<sup>13</sup>

Peña Arosemena, Leticia María del Carmen. **EFICIENCIA EN LA PRACTICA DE FOTOPOLIMERIZACIÓN DE RESINAS COMPUESTAS DIRECTAS EN LOS SERVICIOS ODONTOLÓGICOS PRIVADOS, URDESA KENNEDY, ALBORADA. GUAYAQUIL. 2014.** Ecuador, 2014. El 23% de LFP contaron con la intensidad adecuada, ningún operador conocía el tiempo correcto que debía fotopolimerizar de acuerdo a su lámpara, solo el 12% está emanando energía correcta a las restauraciones. El 65% tuvo residuos de resina en la punta de la LFP y el 8% contó con barreras de protección.<sup>14</sup>

C. Poggio. M. Lombardini. S. Gaviati. M. Chiesa. **INFLUENCE OF POLYMERIZATION TIME AND DEPTH OF CURE OF RESIN COMPOSITES DETERMINED BY VICKERS HARDNESS.** Para todos los materiales probados y con todos los periodos de tiempo de exposición, la relación de dureza fue mayor que el valor mínimo indicado en la literatura 80 HV. El tiempo de exposición y la profundidad de curado no afectaron los valores de la relación de dureza para Filtek Silorane, Grandio y Filtek Supreme XT. Entre los materiales probados, los compuestos de resina nanométrica y nanohíbrida fueron bastante insensibles a las variaciones de

espesor. Los compuestos micro híbridos, en cambio, tenían características diferentes entre sí.<sup>26</sup>

### 2.1.2 Antecedentes Nacionales

Cabanillas Martos, María del Carmen. **INTENSIDAD DE LUZ EMITIDA POR UNIDADES DE FOTOPOLIMERIZACIÓN UTILIZADAS POR CIRUJANOS DENTISTAS DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA. 2015.** De la medición de la intensidad de luz emitida por las unidades de fotopolimerización de cirujanos dentistas de la ciudad de Cajamarca, obtuvimos que la gran mayoría sea eficiente, de acuerdo a los rangos de intensidad de luz establecidos para este estudio. Según fuente de luz se evidenció diferencias significativas; así vemos que las lámparas halógenas son eficientes en un 53.6%, no factibles en un 39.3% y deficientes en un 7.1%; mientras que para las lámparas LED son eficientes en un 93.8%, no factibles en un 4.9% y deficientes en un 1.2%. Según la marca comercial, la intensidad de luz emitida por las unidades de fotopolimerización encontramos que las lámparas LED de marca Curing Light son las más eficientes con 18 unidades al 100%, la marca Woodpecker con 27 unidades son eficientes en un 88.9%; en tanto para el grupo clasificado como otras marcas se tienen 28 lámparas halógenas con un 53.6% de eficiencia y 36 lámparas LED con un 94.4% de eficiencia, evidenciando una diferencia significativa. Para las lámparas halógenas, el 39.3% se encuentran en un rango entre 300-499mW/cm<sup>2</sup>, siendo estas no factibles. En relación al tiempo de uso las unidades de fotopolimerización utilizadas por los cirujanos dentistas de la ciudad de Cajamarca conforme a rangos, fue como sigue: uso menor de 1 año tenemos 22 lámparas LED con una eficiencia al 100%, con uso entre 1 a 3 años tenemos 2 lámparas halógenas con un 100% de eficiencia y 50 lámparas LED con un 92.6% de eficiencia no presentando una diferencia significativa, con un tiempo de uso de 4 a más años tenemos 13 lámparas halógenas con un 50.0% de eficiencia y 4 lámparas LED presentando el 80.0%

de eficiencia evidenciando una diferencia significativa. Asimismo 11 lámparas halógenas con un 42.3% no son factibles; en tanto las lámparas LED no son factibles en un 20.0%.<sup>15</sup>

Ramos Garrido, Yeny Vanessa. **ESTUDIO DEL ESTADO DE POTENCIA LUMÍNICA DE LAS LAMPARAS DE TIPO HALOGENAS DE FOTOPOLIMERIZACIÓN, ASIGNADAS EN LA CLÍNICA ESTOMATOLÓGICA DE LA USS-2015.** Chiclayo. 2015. Se seleccionó 10 lámparas halógenas que se encontraban operativas, utilizando un aparato radiométrico para medir la potencia lumínica, indicado para dicha lámpara halógena Litex 680a de 0-1000 mW/cm<sup>2</sup>, realizando la medición con un tiempo de 20" a 30". La recolección de la información incluyo los siguientes datos: Las condiciones de integridad de la parte activa de la fibra óptica, año de antigüedad. Se demostró una variabilidad de intensidades de la potencia lumínica, arrojando que el 100% de las lámparas de luz halógena revisadas no registraron una intensidad de salida suficiente. El 100% de las lámparas de luz halógena según las condiciones de integridad de la parte activa de la fibra óptica se encuentran en mal estado. Se determinó que la intensidad promedio de las lámparas halógenas fue de 223.5 mW/cm<sup>2</sup>, y con una condición de integridad de la parte activa de la fibra óptica de las lámparas halógenas de foto polimerización, en malas condiciones y presentando contaminación con resina. Siendo aquellos resultados insuficientes que no garantizarían una adecuada polimerización de las resinas compuestas.<sup>16</sup>

Suarez Rolan, Lozano Felipe. **COMPARACION DE LA DUREZA SUPERFICIAL DE RESINAS DE NANOTECNOLOGIA, SEGÚN EL MOMENTO DE PULIDO: IN VITRO. LIMA 2014.** El pulido después de 24 h obtuvo superficies con mayor dureza superficial respecto al pulido inmediato siendo estadísticamente significativo. La resina Nanohíbridas presentó mayor dureza superficial que nanorrelleno

para el pulido inmediato y el pulido a las 24 horas siendo en ambos casos estadísticamente significativo.<sup>20</sup>

### 2.1.3 Antecedentes Locales

Cabrera Cárdenas, Lucy. **EFFECTO DE LA LUZ HALÓGENA Y LEDS SOMETIDAS A VARIACIONES DE VOLTAJE EN LA DUREZA DE BLOQUES DE LAS RESINAS FILTEK Z350 Y HERCULITE PRÉCIS. LABORATORIO DE LA FACULTAD DE ODONTOLOGÍA, UCSM. AREQUIPA. 2010.** La dureza de la resina Filtek Z350 polimerizada con Luz Halógena alcanzó valores entre 82.2 y 86.7. La dureza de la resina Herculite Précis polimerizada con luz halógena alcanzó valores entre 76.5 y 83. La dureza de la resina Filtek Z350 polimerizada con Leds alcanzó valores entre 83.1 y 86.4. La dureza de la resina Herculite Précis polimerizada con Leds alcanzó valores entre 76.2 y 84,2. Comparando la dureza de la resina Filtek Z350 se halló que no hay diferencias estadísticamente significativas entre las polimerizadas con Luz Halógena y Leds tanto a 190, 200, 210 y 225. Comparando la dureza de la resina Herculite Précis se halló que no hay diferencias estadísticamente significativas entre las polimerizadas con Luz Halógena y Leds tanto a 190, 200, 210v; mientras que a 225v se halló diferencias significativas. Comparando la dureza de la resina Filtek Z350 y Herculite Précis polimerizada con luz halógena se encontró diferencias estadísticamente significativas a 190, 200 y 225 estando los valores a favor de la resina Filtek Z350; sin embargo a 210v no se encontraron diferencias significativas. Comparando la dureza de la resina Filtek Z350 y Herculite Précis polimerizada con Leds se encontró diferencias estadísticamente.<sup>22</sup>

## **2.2 BASES TEÓRICAS**

### **2.2.1 Dispositivos de Fotocurado**

#### **2.2.1.1 Definición:**

Instrumentos que permiten la fotoactivación, en un tiempo manteniendo las cualidades mecánicas de los materiales curados.<sup>4</sup>

#### **2.2.1.2 Características**

##### **a. Potencia de Curado**

Una unidad de curado debe brindar una potencia lumínica con longitud de onda que oscile entre los 450 y 500 nanómetros (luz azul). Existen lámparas más potentes que otras.<sup>4</sup>

La Norma Internacional de estandarización que Indica los requerimientos mínimos y las formas de prueba estándar para materiales dentales es la ISO4049. Para determinar la profundidad de curado, según la norma ISO la resina a probar se coloca en un molde de acero y se fotopolimeriza. Se retira entonces el material sin fotopolimerizar con una espátula plástica y se mide con un micrómetro con una sensibilidad 0.01mm. La profundidad de polimerización corresponde a la mitad de este valor.<sup>4</sup>

Los valores obtenidos por este método se correlacionan con otras metodologías como la medición de la dureza de Vickers.<sup>13</sup>

Para asegurar el correcto curado de las restauraciones con resinas compuestas se aconseja que se utilicen pequeños incrementos de material (no mayor de 2mm de

espesor) y se mantenga la punta de la unidad lo más próxima posible al composite.<sup>4</sup>

## **b. Sistema de Activación**

La utilización de sistemas de emisión de distintos tipos de luz para iniciar la polimerización de sistemas de resinas compuestas, genera siempre un número de factores que deben ser considerados. La cantidad de fotoiniciador activado, dependerá de: La concentración de fotoiniciador, el número de fotones, y la energía de los fotones.<sup>17</sup>

La fotopolimerización incluye un sistema iniciador de dos componentes formado por una dicetona y una amina terciaria. La dicetona fotosensible (normalmente canforoquinona al 0.2- 0.7%), absorbe energía radiante de una longitud de onda de aproximadamente 470nm (luz azul), en la fase correcta e excitación, la dicetona se combina con la amina formando un complejo que se enciende liberando radicales libres que ponen en marcha la polimerización de la resina.<sup>4</sup>

## **c. Tipos de lámparas**

- Lámpara halógena: Estas unidades dependen de la producción de luz proveniente de un bulbo que emite luz visible con una salida de 400-500nm y depende de un sistema filtrado para definir un rango exacto.<sup>17</sup>

Permite la polimerización de los materiales odontológicos; la luz que se produce ocurre porque el flujo de corriente eléctrica pasa a través de un filamento delgado de tungsteno, este filamento actúa como una resistencia generándose así calor (100°C) que se refleja con radiaciones infrarrojas. Cuando la temperatura suele incrementarse entre 2000°C y

3000°C, parte de las radiaciones se transforma en luz visible. Estos cambios que ocurren, se explica con la ley de Wien, donde describe que cambios de color de luz se deben a aumentos de la temperatura, que hace que se aumente la proporción de intensidad de radiación con menor longitud de onda.<sup>4</sup>

- Lámparas de Arco plasmático: Presenta una energía 2400mW/cm<sup>2</sup>, generando luz de amplio espectro, pero con la desventaja de presentar emisión de luz UV, visible e infrarroja.<sup>17</sup>

Instrumentos que permiten la fotoactivación, en un menor tiempo manteniendo cualidades mecánicas de los materiales curados. Trabajan mediante la aplicación de corriente de alto voltaje a través de dos electrodos colocados cercanamente. Este resulta en un arco de luz entre los electrodos que cuentan con un espectro de luz continuo, entonces sus temperaturas al operar incrementan en porción a la cantidad de luz producida, cuando un alto voltaje es aplicado a la luz de arco aparece entre los dos electrodos. La ley de radiación de Plank, sostiene la manera de funcionar de esta tecnología. Cuando un espectro continuo es emitido y la temperatura de trabajo se incrementa en proporción a la cantidad de luz azul producida. <sup>4</sup>

Láser: La luz láser, es diferente y en lugar de contener muchas longitudes de onda, contiene solo una.<sup>17</sup> Esta tecnología desarrolla una onda que permite polimerizar el material, su desventaja se manifiesta con la contracción de polimerización en la resina compuesta. Es una tecnología de muy alto costo para ser utilizado en este género de restauraciones.<sup>4</sup>

Lámparas LED: Los sistemas LED, son una combinación de dos semiconductores. Cuando ambos tipos de semiconductores que son combinados y un voltaje es aplicado, los electrones se conectan y producen luz.<sup>17</sup> Un Diodo LED light Emitting Diode (Diodo emisor de luz) es un dispositivo semiconductor que emite una luz monocromática cuando se polariza en directo es atravesado por la corriente eléctrica, emitiendo energía óptica en forma de luz visible. El color de emisión depende del material semiconductor pudiendo variar desde el ultravioleta, pasando por el espectro de luz visible, hasta el infrarrojo, recibiendo estos últimos la denominación de diodos IRED (Infra-Red Emitting Diode).<sup>4</sup>

### **2.2.2 Consecuencias de una Fotopolimerización Incorrecta**

Las propiedades de las resinas por luz visible dependen del curado total y perfecto de la matriz de la resina. Un curado inadecuado daría problemas en las propiedades físicas y mecánicas de la misma. Es fundamental entender las características del mecanismo de fotocurado para las posibles interacciones entre los materiales dentales.<sup>6</sup>

Es importante reseñar que las lámparas de plasma solo cubren las longitudes de onda entre 445 y 495 nm. Mientras que las lámparas halógenas convencionales cubren 400 y 600 nm. Cubriendo todo el espectro de las canforoquinona o de otros iniciadores de los adhesivos fotopolimerizables.<sup>18</sup>

Las consecuencias de los fallos a este nivel van a ser la micro filtración y por tanto la caries recurrente y el fracaso final de nuestras restauraciones adhesivas.<sup>18</sup>

Al referirnos a una fotopolimerización inadecuada nos referimos a un grado de conversión bajo, generando efectos adversos en las propiedades físicas de las resinas como:<sup>6</sup>

- Resistencia a la adhesión al diente, por un curado incompleto de la resina en áreas profundas y zonas retentivas.
- Un impacto negativo a la biocompatibilidad de la restauración por la presencia del monómero no polimerizado.
- Cambio de coloración por la presencia del acelerador sin reaccionar, que son visibles al exterior.
- Aumento de la capacidad de absorción de agua.
- Desgaste excesivo por la suavidad que presenta la matriz de la resina por la inadecuada polimerización.
- Disminución de la dureza y consecuentemente posibles fracturas en las restauraciones.
- Un mal ajuste marginal causando caries recurrentes por la colonización de bacterias estas pueden generarse ya sea en una fase temprana o luego de un tiempo, dependiendo del grado que fallo la restauración.

La efectividad del fotocurado de resinas compuestas es crítica, y es investigado no solo para asegurar las propiedades físicas óptimas, sino también para evitar los problemas clínicos debido a la citotoxicidad de los materiales inadecuadamente polimerizados, ya que los tejidos pulpares pueden afectarse debido a la filtración de los componentes no polimerizados.<sup>6</sup>

### **2.2.3 Factores claves a tomar en cuenta para una Fotopolimerización Eficiente.**

Tanto la lámpara de fotopolimerización como la técnica utilizada tienen la misma importancia durante este proceso. Debemos conocer la intensidad, la longitud de onda, de nuestra lámpara, así como otros factores (fracturas o residuos en la fibra óptica) los

cuales van a intervenir. Cuando hablamos de una técnica adecuada nos referimos al tiempo de fotopolimerización y orientación de la fibra. Todo estará relacionado con las características de la restauración como ubicación tamaño y profundidad con respecto a la punta de la fibra óptica de la lámpara de Fotocurado. Si estos factores son tomados en cuenta vamos a mejorar las restauraciones tanto en durabilidad como en otros aspectos.<sup>6</sup>

La clave del éxito clínico de la colocación del adhesivo y la resina dependen de cuatro conjuntos variables que se han denominado con las siglas CORE.<sup>6</sup>

- C: Curing light characteristics (Características de la lámpara de fotopolimerización).
- O: Operator technique (Técnica del operador).
- R: Restoration characteristics (Características de la restauración).
- E: Energy requirement of the RCB (Energía requerida de la resina).

Al entender estas variables esenciales para el fotocurado, el clínico puede tener mayor nivel de confianza en que las restauraciones que colocan a sus pacientes están siendo fotopolimerizables adecuadamente, mejorando su durabilidad clínica y su éxito.<sup>6</sup>

#### **2.2.4 Características de la Lámpara.**

Dentro de las características de la fotopolimerización, debemos tomar en cuenta los siguientes factores:<sup>6</sup>

- Fuente de Luz (Halógena o LED): Es de gran importancia conocer a profundidad el tipo de unidad de fotocurado y consecuentemente su intensidad y longitud de onda. De esta manera conoceremos los factores a tomar en cuenta. En el caso de una lámpara LED si posee altas intensidades debemos prevenir el daño pulpar por exceso de calor.<sup>6</sup>

- Distribución de la salida de luz: Es de gran importancia conocer estos aspectos ya que por ejemplo si un fabricante de resina recomienda utilizar al menos  $400\text{mW/cm}^2$  durante cuarenta segundos, significa que están recomendando que la resina deba recibir por lo menos  $16\text{J/cm}^2$ . Pero desafortunadamente, las lámparas no solo proporcionan la intensidad medida en la punta de salida de luz de las unidades, dando poca información de la intensidad entregada a la superficie de la resina del diente. Con uso de un radiómetro se puede medir la intensidad de radiación de su lámpara de fotocurado en distancias relevantes, pero estos dispositivos son conocidos por ser inexactos puesto que sus valores son aproximados, esto se debe que el radiómetro marca la intensidad del punto más alto de salida de luz, mientras que esta no sea la intensidad proporcionada a lo largo de toda la restauración.<sup>6</sup>
- Diámetro de la punta: Es importante conocer el diámetro de la punta de la fibra por donde saldrá la luz hacia la restauración, esta medida debe ser mayor o igual a la restauración. Muchos operadores alejan la punta de la lámpara de la restauración logrando expandir la luz y abarcar toda la restauración, procedimiento que es incorrecto pues entre más distancia de la punta de la restauración disminuirá la intensidad que proporciona la unidad de fotocurado. Si el diámetro de nuestra unidad de fotopolimerización es menor a nuestra restauración debemos fotopolimerizar por partes abarcando así toda la superficie de la restauración lo más cerca posible.<sup>6</sup>

### **2.2.5 Fotopolimerización**

Gran parte de los procedimientos odontológicos que incluyen técnicas adhesivas se llevan a cabo con materiales poliméricos. Es importante considerarlos para llegar al éxito en la ejecución de procedimientos en Odontología restauradora.<sup>1</sup>

Los clínicos deberían comprender los principios de fotopolimerización, ya que los monómeros libres son citotóxicos. Además, la sub-polimerización puede provocar flexiones y un consiguiente "bombeo" de la restauración, que puede resultar sensibilidad post operatoria. La efectividad de un procedimiento de fotopolimerización depende de la potencia de salida de luz, así como el espectro de luz y el diseño de la punta. El tiempo de polimerización, la química de la resina, el tipo de fotoiniciador, la localización y orientación de la restauración, la presencia de materiales que bloqueen parcialmente la luz, y la habilidad del clínico para apuntar y mantener la luz sobre el objetivo a 90 grados también son factores importantes. El espectro de luz utilizado para resinas fotopolimerizables oscila entre 380nm y 500nm, siendo la canforoquinona el fotoiniciador más común. Los fotoiniciadores absorben energía fotónica y reaccionan con una amina activadora, creando radicales libres que inicien la polimerización. La canforoquinona, que tiene su mayor absorción a unos 470nm, es de color amarillo. Por eso, los colores del esmalte, composites de colores muy claros, matices, incisales y translúcidos pueden contener otros iniciadores como fenilpropanodiona y lucerina, que tienen mayor absorción por debajo de los 400nm.<sup>2</sup>

Una de las principales razones del índice de fracasos en las restauraciones de resinas compuestas, es la falta de una adecuada polimerización.<sup>3</sup>

#### **2.2.5.1 Proceso de Polimerización Vinílica**

El proceso de polimerización vinílica se realiza en etapas diferenciadas: Iniciación, Propagación, Terminación. En la situación de la cual se parte todas las moléculas están presentes en estado de monómero, con dobles ligaduras, y es necesario actuar de alguna manera sobre ellas para iniciar la polimerización, Esa iniciación o primera etapa del proceso de polimerización por adición se produce en el

momento en que alguna o algunas de las moléculas del monómero desdoblán su doble ligadura.<sup>1</sup>

La etapa de iniciación de la polimerización por adición es la más importante, no por ello las otras etapas son irrelevantes- la propagación y terminación- por lo menos para el químico interesado son importantes para el desarrollo de un producto determinado.<sup>1</sup>

### **2.2.5.2 Trabajo de Polimerización**

Las etapas del proceso de polimerización representan la realización de un trabajo desde el punto de vista físico. Por lo tanto, puede establecerse que, para que se produzca de forma satisfactoria, es decir que, para obtener un polímero final conveniente, deberá emplearse una cierta energía.

En el caso del trabajo odontológico, la energía que puede ser manipulada por el operador es la empleada para la activación inicial del proceso. Una vez iniciado el trabajo, las etapas siguientes están condicionadas por las características de las moléculas y de modificador que son incorporados y que son definidos por decisiones tomadas por el que diseña el producto en particular.<sup>1</sup>

### **2.2.5.3 Activación de la Polimerización <sup>1</sup>**

Hay varias formas de hacer llegar energía a monómeros para que se active la iniciación de la reacción de polimerización vinílica. Esto puede ser por medio químico en la cual se utiliza una combinación de agentes químicos denominados iniciadores y activadores, los cuales son proporcionados al operador en forma separada y deben combinarse en el momento en que se desea provocar la reacción.

Con frecuencia, el iniciador está constituido por algún peróxido y el activador por algún producto nitrógeno del tipo de las aminas terciarias. Los productos que se trabajan de esta manera son conocidos como “autocurables”, “autopolimerizables” o de “activación química”.

Esta forma de generación del trabajo de polimerización puede derivar algunos inconvenientes.

Para obviar estos inconvenientes en el trabajo odontológico es frecuente emplear materiales orgánicos sintéticos en los que la iniciación de las reacciones de polimerización vinílica es activada por medios físicos.

En este caso, el operador puede decidir el momento en que hace llegar la energía física activadora, obteniendo así un mayor control del tiempo disponible para la manipulación. También evita con ello la necesidad de mezcla de componentes.

Dos formas de energía física son aplicables en trabajos relacionados con la odontología: Las generadas por el calor y por las radiaciones electromagnéticas.

El uso de calor es decir el empleo de productos “termocurables” o “termopolimerizables”, es posible en el trabajo en el laboratorio dental, pero no así en la situación clínico endobucal. El empleo de productos “fotocurable” o “fotopolimerizables”, en cambio, es posible en ambas situaciones.

Para algunas aplicaciones clínicas se diseñan productos en los que la activación de las reacciones de iniciación de la polimerización se lleva a cabo por medios químicos y también haciendo uso del fotocurado.

#### **2.2.5.4 Principios de Fotocurado: Energía Radiante <sup>1</sup>**

En física se dice que se realiza un trabajo cuando una fuerza produce un desplazamiento. En las reacciones de polimerización una fuerza debe producir un desplazamiento de electrones para generar uniones covalentes y así lograr la formación de las macromoléculas del polímero.

#### **2.2.5.5 Radiaciones para Fotocurado en Odontología <sup>1</sup>**

En materiales de uso en odontología y especialmente en técnicas adhesivas es posible incorporar sustancias que, al absorber una radiación de una determinada longitud de onda, pueden desencadenar el trabajo de polimerización.

No es difícil notar que son pocas las radiaciones electromagnéticas que pueden adaptarse a situaciones como las que encuentran en el accionar del odontólogo y sus auxiliares. Las radiaciones de longitud de onda muy corta son inaceptables por incompatibles con la seguridad biológica que el trabajo requiere.

Por ejemplo, los rayos cósmicos, las radiaciones gamma, los rayos Roentgen y aun algunas radiaciones ultravioletas cortas (menos de 300nm) son absorbidos por la materia constituyente de tejidos y células a los que dañan de diversa forma.

En el otro extremo, las radiaciones de muy larga longitud de onda como las ondas de radio o televisión, si bien no producen daño significativo, no resultan aptas ya que, por estar en abundancia en el ambiente actuarían en forma continua sobre un material y no en el momento en que el profesional lo considere oportuno.

Además, aquellas cercanas al infrarrojo y aun las rojas son absorbidas significativamente por el agua y las sustancias

que la contienen, como los tejidos vitales. Esta absorción se traduce en una elevación de temperatura que puede no ser compatible con la salud de esos tejidos para el caso de trabajo clínico.

Todas estas consideraciones hacen conveniente que la sustancia que sea incorporada a un material para ser activada debe hacerlo absorbiendo radiaciones con longitudes de onda aproximadamente entre 450 y 500 nanómetros que corresponden fundamentalmente al color azul. Combinaciones de sustancias nitrogenadas y compuestos cetónicos y alcanforados reúnen estas condiciones y son regularmente incorporadas en adhesivos y materiales odontológicos de uso clínico para utilizarlos mediante el fotocurado.

#### **2.2.5.6 Calidad Del Fotocurado <sup>1</sup>**

La disponibilidad de un material cuya polimerización vinílica puede ser activada mediante radiaciones electromagnéticas apropiadas para la situación clínica (luz azul) debe estar acompañada por la disponibilidad de un dispositivo que permita radiación en el momento oportuno.

Por ende, los dispositivos a ser utilizados con esos materiales deben ser capaces de generar una radiación de esas características y evitar su combinación con otras más cortas o más largas que producirían los efectos indeseables que fueron mencionados. Las unidades para activación intrabucal de polimerización funcionan proveyendo una radiación que oscila en un valor medio de longitud de onda alrededor de 470nm. Por ello, también puede denominárseles dispositivos de luz azul.

Esta consideración está referida a la calidad de la radiación, pero también es importante su cantidad para el trabajo de

polimerización sea convenientemente completada. Otros aspectos de importancia práctica pueden ser deducidos considerando que el fotocurado es la producción de trabajo a partir de la absorción de energía radiante.

Una cantidad de trabajo está determinada por la fuerza involucrada y la distancia de desplazamiento de su punto de aplicación ( $T = F \times d$ ). La unidad para medir esa cantidad de trabajo es el Joule ( $J = \text{Newton} \times \text{metro}$ ); por ello puede considerarse que para lograr la correcta polimerización de un material se hace necesaria una cierta cantidad de Joule.

A su vez, ese trabajo debe realizarse en un tiempo compatible con la situación clínica. Para ello debe utilizarse un dispositivo de suficiente potencia, que se define en física como el trabajo realizado por la unidad de tiempo ( $\text{Potencia} = \text{trabajo} / \text{tiempo}$ ). La unidad de medición de potencia es el Watt ( $W = \text{Joule} / \text{segundo}$ ).

En consecuencia, para tener éxito en el empleo del fotocurado en una situación odontológica debe disponerse de un dispositivo que genere la radiación apropiada con la potencia apropiada.

Asimismo, debe tenerse en cuenta otro factor que determina la cantidad de trabajo producido al ser absorbida la radiación: el tiempo durante el que actúe. Para conseguir una eficaz polimerización no basta, en consecuencia, disponer el dispositivo generador de la radiación con adecuada potencia.

Debe hacérselo actuar sobre el material a polimerizar durante el tiempo suficiente para generar los necesarios Joule de trabajo.

Otra consideración de importancia está dada por la superficie sobre la que se distribuya una radiación específica y de una determinada potencia. Si una radiación de una potencia específica se concreta en una superficie reducida, puede generar sobre esa porción de material de trabajo distinto al que se lograría si esa misma radiación fuese distribuida sobre una superficie mayor.

En resumen puede decirse que la situación de empleo de la foto activación la cantidad de trabajo generado – y por ende la calidad de polimerización obtenida – está determinada por la potencia de la radiación que genere el dispositivo seleccionado, la superficie sobre la que se distribuya la radiación y el tiempo durante el que se haga actuar.

En definitiva, se hace necesario disponer de una unidad de polimerización (unidad de luz o lámpara) que permita obtener la radiación conveniente- luz de alrededor de 470nm de longitud de onda- con suficiente potencia por unidad de superficie para generar la cantidad de trabajo adecuada para el material alcance sus propiedades finales convenientemente en un lapso razonable.

Con estas condiciones del dispositivo generador de radiación, el operador deber actuar su tarea para asegurar que la radiación actué durante el tiempo necesario para generar la cantidad de trabajo adecuada. Además, debe tenerse en cuenta que si aleja el elemento emisor de la radiación del material sobre el que debe actuar, puede aumentarse la superficie sobre la que se distribuye esa energía. En esta situación puede ser necesario aumentar el tiempo de exposición para poder obtener el resultado final buscado.

## 2.2.6 Resinas

Inicialmente fue concebida como material estético para el sector anterior, actualmente es considerada material restaurador universal, ya que está indicada para todo tipo de restauración debido a que han mejorado sus propiedades mecánicas químicas y ópticas. Es un material orgánico sintético rígido e indeformable, que está conformado por:<sup>25</sup>

- Una matriz o fase orgánica (fase continua) es precisamente una resina.
- Un relleno inorgánico (fase dispersa) que da la resistencia.
- Un agente de enlace (interfase) que es aplicado sobre la superficie de las partículas de relleno para integrarlas a la matriz orgánica.

### a. Matriz o Fase Orgánica<sup>25</sup>

En 1963 Bowen realizó un estudio para mejorar las propiedades de las resinas acrílicas usadas para restauración en operatoria, llegando a crear una molécula de naturaleza híbrida acrílica-epóxica, donde los grupos reactivos epóxicos terminales (oxiranos) se reemplazan por grupos metacrílicos, resultando en la molécula conocida como Bis-GMA (Bisfenol A diglicidil éter di metacrilato) o molécula de Bowen.

La matriz está constituida en su mayoría por monómeros y comonómeros entre los que están el mono, di y tri-metacrilato, que representan aproximadamente el 36% a 71% en volumen y 51% a 83% en peso (según la densidad) de toda la resina compuesta. Hay otros componentes como: reguladores de viscosidad, los cuales permiten la incorporación del relleno y una adecuada manipulación, agentes reticulantes que permiten la formación de un retículo tridimensional irreversible, inhibidores e

iniciadores de la polimerización, y por último estabilizadores de color.

#### **b. Relleno Inorgánico<sup>25</sup>**

Es el encargado de reforzar y estabilizar la matriz de resina, mejorando la resistencia compresiva, la resistencia tensional, la dureza, la resistencia a la abrasión, la contracción y el coeficiente de expansión térmico durante la polimerización. Los materiales usados como refuerzo son: cuarzo fundido, vidrio de aluminio-silicato, vidrio de boro-silicato, silicatos de litio y aluminio, fluoruros de calcio, vidrios de estroncio, vidrios de zinc y zirconio.

#### **c. Agente de Enlace<sup>25</sup>**

Para que una sustancia utilizada como refuerzo, actúe como tal, es necesario que dicho refuerzo tenga unión química con la sustancia a la cual va a reforzar.

Para facilitar la unión entre dos fases completamente diferentes químicamente, la orgánica y el refuerzo inorgánico se utilizan agentes de enlace. Este enlace debe ser fuerte, de lo contrario se produciría el desprendimiento de las partículas de vidrio y la penetración de humedad en la interfase.

#### **2.2.6.1 Clasificación<sup>25</sup>**

A modo de conocer en mayor profundidad estos materiales y poder entender su comportamiento e indicaciones, las resinas compuestas se pueden clasificar de acuerdo a distintos parámetros, como son:

1. Según relleno
2. Según tipo de monómero que compone la matriz
3. Según activación
4. Según consistencia

## 1. Según relleno

### - De Macro relleno o convencionales:

El relleno más común es el cuarzo, con un tamaño de partícula entre 8 y 80 $\mu\text{m}$ , rodeadas de una apreciable cantidad de matriz de resina. Actualmente se encuentran en desuso.

### - De Micro relleno:

Posee sílice coloidal como relleno inorgánico. El tamaño de partícula es de 0.04 $\mu\text{m}$  aproximadamente. De este modo se mejora la calidad del pulido y la resistencia a la abrasión. Su desventaja es la disminución de la resistencia compresiva en comparación a otras resinas compuestas.

### - Híbridas:

Las partículas de las resinas compuestas de tipo híbrida, corresponden a sílice coloidal (micro relleno) y partículas con un tamaño promedio entre 1.5 y 2 $\mu\text{m}$ , lo que otorga una superficie con mayor pulido y adecuada resistencia mecánica. Este grupo de resinas compuestas combina las propiedades de las anteriores.

### - Micro híbridas:

Mezclan partículas de micro relleno con partículas más grandes, de un tamaño entre 0.4 y 0.7 $\mu\text{m}$ . Poseen excelentes propiedades físicas, con una resistencia mecánica compresiva mayor que las anteriores y una resistencia al desgaste compatible a su función. Además poseen buena terminación y pulido. Al tener esta combinación de partículas, es posible incorporar un alto

porcentaje de relleno, aproximadamente un 67% en volumen.

Todas estas características permiten que este tipo de resinas compuestas sean las de mayor uso en la actualidad, con utilidad para piezas dentarias del sector anterior como en el posterior de la boca.

#### **- De Nano partículas:**

Corresponden a los composites que poseen partículas de relleno de tamaño promedio 25 nm. Este tamaño de partícula está por debajo del rango de longitud de onda de la luz visible, por lo que no dispersan ni absorben luz visible. Este tipo de relleno permite la incorporación de radiopacificadores que no interfieren con las propiedades estéticas y, sobre todo, incrementan el nivel de relleno a niveles de 90% -95% en peso, controlando de mejor manera la contracción por polimerización y mejorando significativamente sus propiedades físicas.

Estos composites son de última generación y para su formulación se ha utilizado nanotecnología. La nanotecnología corresponde a la aplicación de componentes o elementos de escala nanométrica en algún proceso tecnológico. Muchas ciencias o procesos tecnológicos o industriales aplican hoy en día componentes o elementos de ese rango; la odontología no es una excepción y tampoco la composición de los composites.

Como ya se ha mencionado, las ventajas que otorgan la incorporación de nano partículas mejora algunas propiedades mecánicas y estéticas tales como una mayor resistencia a la abrasión y un mejor pulido superficial que los anteriores tipos de resina compuesta.

## 2. Según tipo de monómero que compone la matriz: <sup>25</sup>

### - Bis-GMA:

Bisfenol – glicidil metacrilato. Posee un grupo activo a cada extremo de la cadena. Como características se cuentan su viscosidad.

### - DMU o UDMA:

Di metacrilato de uretano. Es una cadena más larga que la anterior, más fluido y pegajoso, y con mejores propiedades ópticas.

### - Mixtas:

Corresponden a aquellos composites que en su composición combinan distintos tipos de monómeros, con el objetivo de mejorar algunas propiedades del material. Los monómeros que las componen pueden ser bis-GMA, UDMA y / o TEGDMA, en distintas proporciones.

Al combinar estos monómeros, se puede obtener una consistencia que otorga mejor manipulación y mejores propiedades ópticas.

## 3. Según activación: <sup>25</sup>

### - Resinas compuestas de Activación química:

En el proceso de activación química, una amina terciaria aromática es quien activa la reacción de polimerización, que al actuar sobre el peróxido de benzoilo, permite la producción de radicales libres que reaccionarán sobre el monómero en el inicio del proceso, a temperatura ambiente.

**- Resinas compuestas de Activación física:**

**- Termo polimerización:**

Corresponde a la activación por calor o por un alza en la temperatura del material previamente moldeado y por esta razón son utilizadas principalmente como material para la confección de estructuras indirectas.

**- Foto polimerización:**

Corresponde a los sistemas activados por luz visible .En estos sistemas una luz halógena, de longitud entre los 410 y 500 nm., activa a una  $\alpha$  - Diketona, la canforoquinona, que en presencia de una amina alifática, inicia la reacción de polimerización En otras palabras, los fotones actúan sobre la canforoquinona, que reacciona liberando radicales libres, los que a su vez inician el proceso de polimerización del monómero presente.

Las resinas compuestas fotoactivadas poseen numerosas ventajas en comparación a las resinas compuestas de auto polimerización, entre las cuales se puede mencionar la menor cantidad de monómero residual que se encuentra posterior al proceso de polimerización, un proceso de polimerización más rápido, la capacidad que posee la luz de atravesar las estructuras dentarias, y proporcionar una mayor estabilidad de color.

**- Resinas compuestas de Activación mixta:**

Corresponden a la combinación de distintos sistemas de polimerización, tales como calor

- Presión, luz

- Presión, calor
- Luz, o foto
- Auto polimerización, siendo esta última combinación la más utilizada hoy en día en las resinas compuestas destinadas a la fijación de estructuras indirectas en boca.

#### **4. Según su consistencia<sup>25</sup>**

##### **- Resinas compuestas convencionales**

Corresponden a un grupo de resinas compuestas que poseen una viscosidad intermedia. Esta característica está dada por la cantidad de relleno presente en su estructura, la que corresponde a un 72% - 82% en peso, y a un 60% -68% en volumen Tienen un bajo índice de desgaste, alta elasticidad y resistencia a la fatiga.

##### **- Resinas compuestas condensables**

Corresponden a aquellos composites con una estructura similar a la de cualquier resina, donde la porción inorgánica o de relleno constituye el 77% a 83% en peso y 65% a 71% en volumen. Poseen una malla polimérica rígida (fibras cerámicas porosas silanizadas conectadas entre sí que permiten el infiltrado de la matriz orgánica entre ellas), lo que brinda una viscosidad similar a la de la amalgama. Debido a su alto contenido de relleno, se hace necesario condensar el material para lograr su adaptación a la cavidad a restaurar. Son altamente resistentes al desgaste y a la fatiga, con un alto módulo de elasticidad que las hace comportarse como resinas rígidas.

Sus ventajas son, la posibilidad de ser condensadas (como la amalgama de plata), mayor facilidad para

obtener un buen punto de contacto y una mejor reproducción de la anatomía Oclusal. Su comportamiento físico-mecánico es similar al de la amalgama de plata, superando a las de los composites híbridos; sin embargo, su comportamiento clínico, según estudios de seguimiento es similar al de los composites híbridos. Como principales inconvenientes destacan la difícil adaptación entre una capa de Composite y otra, la dificultad de manipulación y la poca estética en los dientes anteriores. Su principal indicación radica en la restauración de cavidades de clase II con el fin de lograr, gracias a la técnica de condensación, un mejor punto de contacto.

#### **- Resinas compuestas fluidas**

Son resinas compuestas de baja viscosidad, es decir, más fluidas que la resina compuesta convencional. Para poder alcanzar esta característica, se les disminuyó el porcentaje de relleno inorgánico y se eliminó de su composición algunas sustancias o modificadores reológicos, con lo cual mejora su manipulación. La cantidad de relleno que poseen es de 51% a 65% en peso y de 36% a 50% en volumen. Esto les confiere un bajo módulo de elasticidad y una gran flexibilidad. Son de fácil pulido y poseen una baja resistencia al desgaste.

Además producen alta humectabilidad de la superficie dental, asegurando la penetración en todas las irregularidades del sustrato dentario, formando espesores de capa mínimos que eliminan el atrapamiento o inclusión de aire en su interior.

Como se puede apreciar, actualmente se dispone de una gran gama de resinas compuestas, material que ha

diversificado sus indicaciones clínicas, ya que presenta propiedades biológicas aceptables, como la ausencia de volatilidad y la baja reacción exotérmica resultante del proceso de polimerización. Además de estas aceptables propiedades biológicas, las resinas compuestas presentan propiedades mecánicas superiores a otros materiales restauradores, como los metales y los compuestos de amalgama. El término propiedades mecánicas se define como las respuestas medibles tanto elásticas (reversibles al eliminar la fuerza) como plásticas (irreversibles), bajo la influencia de fuerzas externas, denominadas cargas. Se denomina fuerza a cualquier acción o influencia capaz de modificar el estado de movimiento de un cuerpo, es decir, de imprimirle una aceleración.

Las fuerzas pueden actuar de distinta forma en un cuerpo, produciendo efectos diversos, por lo que se pueden describir diferentes tipos de fuerzas, según el efecto que generan sobre un cuerpo.

#### **- Resinas compuestas para el sector posterior**

Son resinas de naturaleza hidrofóbica, la cual deriva de la combinación de los componentes químicos básicos de los siloxanos y oxiranos (grupos epóxicos).

La estructura del siloxano se introdujo para proveerle una naturaleza más hidrofóbica al silorano, lo cual reduce considerablemente la sorción acuosa del medio bucal, mejorando sus propiedades físicas y, a su vez, tienden a absorber menos los colorantes de la dieta, por lo tanto son mucho menos sensibles a la pigmentación exógena. Hay que destacar que la red de los siloranos se crea debido a la polimerización catiónica (o inducida

por un catión), es decir, un proceso de polimerización por apertura de anillos de los oxiranos. Esta polimerización empieza cuando un catión ácido abre un anillo oxirano y genera un nuevo centro ácido (un carbocatión). El anillo de oxirano abierto forma entonces una cadena de dos monómeros multifuncionales. En la polimerización por apertura de anillo ocurre con una contracción muy baja, mostrando valores de contracción menores al 1%. Esta baja contracción representa una ventaja clínica en relación a la formación de brechas marginales que con llevarían a la microfiltración. Los resultados son muy alentadores, exhibiendo valores de contracción y estrés de polimerización más bajos y mayor estabilidad en luz ambiental, cuando es comparado con los metacrilatos. Igualmente, los siloranos revelan propiedades físicas comparables a las resinas compuestas basadas en metacrilato y los resultados toxicológicos en general sugieren que los siloranos son biocompatibles.

### **2.2.7 Dureza de Resinas Compuestas**

Las resinas compuestas han alcanzado un rol protagónico en la Odontología, por otro lado pese a los avances logrados las resinas compuestas presentan aun deficiencias que limitan sus aplicaciones clínicas, siendo principalmente la respuesta frente a los fenómenos de desgaste y su contracción de polimerización lo que nos conlleva a fracasos clínicos durante su uso.<sup>20</sup>

Las investigaciones orientadas a mejorar la resistencia al desgaste y disminuir la contracción de polimerización de las resinas compuestas se han centrado principalmente en variaciones de tamaño, composición y distribución del relleno dentro de la matriz de resina, llegando en los últimos años una nueva tecnología de relleno de tamaño nanométrico que al poseer un menor tamaño de partícula

evidenciaron un menor grado de contracción durante la polimerización y brindaron al material una mejor dureza. La dureza superficial del material tiene gran importancia en el éxito clínico de la restauración, ya que mayor sea, brindara al material una mejor resistencia al desgaste y al rayado, además de longevidad a las restauraciones.<sup>20</sup>

Las resinas presentan diferentes compuestos, debido a estos cambios en su composición, los últimos métodos de cálculo de conversión de monómero a polímero se realizan analizándolos a través de sus propiedades físico mecánicas, como la microdureza Vickers, que miden la deformación plástica de la superficie después de aplicarle la fuerza. Esta prueba de laboratorio es fiable de bajo costo y disponible en nuestro medio.<sup>23</sup>

Para obtener una adecuada conversión de la resina en el proceso de fotopolimerización se deben considerar variables como la potencia del haz de luz de la lámpara LED, longitud de onda correcta, distancia de luz resina, que brindara a la resina una mayor dureza.<sup>24</sup>

Se sugiere que la dureza debe ser mayor a 80HV para garantizar compuestos activados fotopolimerizados adecuadamente.<sup>26</sup>

## **2.2.8 Dureza**

### **2.2.8.1 Definición**

Mide la resistencia de la superficie de un material a la penetración por un objeto duro.<sup>5</sup>

### **2.2.8.2 Durómetro**

Tiene diferentes aplicaciones específicas como: proporcionar medidas de dureza a piezas de trabajo pequeñas, monitoreo de la carburación o nitridación que manifiesta variaciones en la dureza de un espécimen.<sup>5</sup>

### 2.2.8.3 Sistema de Medición

#### a. Dureza Vickers <sup>21</sup>

La determinación de la dureza Vickers se obtiene del cociente de la carga aplicada por la superficie. Sin embargo en este caso se utiliza una carga pequeña y el penetrador es un diamante en forma de pirámide.

Las cargas pueden variar de 1 a 100 kg según el espesor y el tipo de material. En general las cargas proveen cargas de 1, 2.5, 5, 10, 20, 30, 50, 100 y 120kg. de las cuales las de 30 y 50kg son las más usadas. El ensayo Vickers es más exacto. Debido a la menor deformación del penetrador.

En los ensayos de microdureza se utiliza aparatos que aplican cargas que pueden variar de 0.1kg a 2kg.

Las huellas dejadas en las pruebas de microdureza Vickers son muy pequeñas y permiten realizar mediciones en áreas muy reducidas y se prestan para determinar la dureza de materiales bastantes frágiles como lo son los materiales dentales. Por lo tanto el valor de dureza es independiente de la ductilidad del material probado. La carga puede variar según el límite de amplitud, de un gramo a más de un kilogramo. Por lo que mediante esta prueba se pueden obtener valores de materiales que excedan de dureza y suavidad.

## 2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

**FOTOPOLIMERIZACIÓN:** Activación mediante energía lumínica de compuestos químicos fotoiniciadores existentes en la propia formulación del material los cuales desencadenan las reacciones químicas de transformación de producto inicial a producto final deseado

**MICRODUREZA:** Ensayo de penetración estática: se obliga a un penetrador de un material duro a que se introduzca en la muestra bajo la acción de una carga.

**LED:** Sigla de la expresión inglesa light-Emitting Diode, 'diodo emisor de luz', que es un tipo de diodo empleado en computadoras, paneles numéricos.

**LÁMPARA LED:** Los diodos emisores de luz (LED) son semiconductores. Cuando los electrones pasan a través de este tipo de semiconductor, se convierte en luz. Si se compara con las bombillas incandescentes, las luces LED son más eficientes en convertir la energía en luz.

.

## **CAPÍTULO III: HIPÓTESIS Y VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN**

### **3.1 FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS PRINCIPAL Y DERIVADAS**

#### **3.1.1 Hipótesis Principal**

Es probable que la eficiencia de fotopolimerización de lámparas LED en relación a la microdureza utilizadas en la clínica Estomatológica de la Universidad Alas Peruanas, sea diferente respecto a los diferentes modelos de dispositivos evaluados.

#### **3.1.2 Hipótesis Derivada**

Es probable que la eficiencia de la fotopolimerización de lámparas LED en relación a la microdureza de resinas compuestas en la clínica Estomatológica de la Universidad Alas Peruanas, sea igual respecto a los diferentes dispositivos evaluados.

.

### 3.2 VARIABLES, DEFINICIÓN CONCEPTUAL OPERACIONAL

Variable principal:

VARIABLE	INDICADOR	NATURALEZA	ESCALA	TIPO DE VARIABLE
EFICIENCIA FOTOPOLIMERIZACIÓN	MICRODUREZ A Hv(kg/mm <sup>2</sup> )  - < 80HV (Adecuada fotopolimerizac ión)  -> 80HV (Inadecuada fotopolimerizac ión)	CUALITATIVA	RAZÓN	VARIABLE PRINCIPAL

## **CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA**

### **4.1 DISEÑO METODOLÓGICO**

#### **A. TIPO DE INVESTIGACIÓN**

- La presente investigación se clasifica como experimental, ya que se realizó la evaluación de la eficiencia de la fotopolimerización de lámparas LED en relación a la microdureza en resinas compuestas la clínica Estomatológica de la Universidad Alas Peruanas.

#### **B. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN**

- De acuerdo al número de mediciones, la presente investigación es transversal pues se midió la variable de interés una vez.
- De acuerdo al momento la presente investigación es prospectiva, ya que los datos que se recolectó, son tomados conforme se desarrolla la investigación.
- De acuerdo al lugar donde se obtendrán los datos es laboratorial porque se recolectó en el laboratorio.
- De acuerdo a la finalidad investigativa es relacional puesto que para evaluar la eficiencia de fotopolimerización de lámparas LED fue necesario utilizar como indicador a la microdureza de resinas compuestas.

## 4.2 DISEÑO MUESTRAL

El estudio se realizó en la Clínica Estomatológica de la Universidad Alas peruanas Filial Arequipa conformada por Resinas Compuestas cuyo tamaño se determinó con la siguiente fórmula.

$$n = \frac{Zx^2 \cdot p \cdot q}{E^2}$$

Dónde:

n= Tamaño muestra

Zx= Nivel de confianza, en salud se asume 95%, equivalente 1.96.

p= Probabilidad que se dé el fenómeno (99%) (Microdureza)

q= 100-p= 1%

E= Error muestral, Trabajo In vitro 7%.

Reemplazando:

$$N = (1.96)^2(99)(1)/7^2$$

$$N = 7.7 \approx 8$$

Entonces, según la fórmula necesitamos preparar 8 muestras de resinas compuestas por grupo conformado, sin embargo dada la disponibilidad de recursos, este número se llevó a 10, por tanto se elaboraron 10 muestras para la fotopolimerización con lámparas LED modelo LED B, 10 muestras para la fotopolimerización con lámparas LED modelo LED C y 10 muestras para la fotopolimerización con lámparas LED modelo LED H, sumando en total 30 unidades de estudio (resinas compuestas).

Se utilizó en total 30 lámparas LED de la marca Woodpecker en los modelos B-C y H, a cada lámpara se le asignó 1 muestra de resina compuesta.

### **CRITERIOS DE INCLUSIÓN:**

- Lámparas de fotopolimerización LED se encuentre en buen estado de funcionamiento en todas sus partes
- Lámparas de fotopolimerización calibradas con un radiómetro (400-1200mW/cm<sup>2</sup>)
- Estado de la fibra óptica en buen estado.

### **CRITERIOS DE EXCLUSIÓN:**

- Lámparas de fotopolimerización LED en mal estado de funcionamiento en cualquiera de sus partes.
- Lámparas Led con no más de 4 años de uso.

## **4.3 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

### **4.3.1 Técnica:**

Observación, el registro de los datos se hizo con la ayuda de instrumentos mecánicos como el Microdurometro Vickers de la marca LG. HV. 1000.

### **4.3.2 Instrumento:**

Ficha de Observación.

### **4.3.3 Procedimientos de Recolección de Datos**

- Primero, se realizó una encuesta para conocer la marca y el modelo de las lámparas LED más utilizadas, en este caso la marca más utilizada en la Clínica Estomatológica es Woodpecker y los modelos frecuentes hallados son B, C, y H, en caso de la resina más utilizada y además distribuida en la clínica Estomatológica de la Universidad Alas Peruanas es de marca 3M, Z350 XT tono A2; Posterior a ello, las lámparas, se agruparon de acuerdo a marca y modelo, para poder realizar la medición de eficiencia de fotopolimerización en la resina más utilizada en este

caso la resina 3M Z350 XT, tono A2, bajo el indicador de microdureza.

- Segundo, se determinó trabajar con 30 lámparas de diferentes potencias las que se utilizarían para polimerizar las 10 muestras de resina compuesta por cada grupo modelo de lámpara LED B, LED C y LED H.
- Antes de accionar las lámparas se realiza la limpieza de la punta activa de la fibra con alcohol para retirar residuos. Posterior a ello se midió la potencia con un radiómetro para determinar la potencia del haz de luz. Este paso nos permitió definir que cada lámpara a pesar de ser del mismo modelo tenían diferentes potencias, las que se registraron adecuadamente.
- El protocolo de fotopolimerización tuvo un parámetro común en todos los casos, así se trabajó considerando un tiempo de fotopolimerizado de 20 seg a una distancia de 2mm y en una posición de 90 grados.
- Como tercer paso, se realizó una matriz cilindro de polietileno para cada muestra, con un diámetro de 8mm de acuerdo al diámetro de la punta de la lámpara y de una altura de 2mm y se confecciono una matriz demás de la misma medida y del mismo material para distanciar la muestra de la punta de la lámpara.
- Posterior a ello se vio por conveniente realizar la división de lámparas en grupos por marca y modelo en este caso la marca de lámpara más usada es la Woodpecker, siendo los modelos más usados el B, C y el H por lo que se formó 3 grupos según modelo de lámpara LED y se realizó 10 muestras de resina compuesta por cada grupo.
- Se llevó el Composite 3M Z350 XT tono A2, a cada matriz con una espátula de resina.

- Con la ayuda de un atacador de resina la muestra fue colocada en bloque a cada matriz para evitar burbujas.
- En total fueron fotopolimerizados 30 muestras de resina compuestas marcadas en su superficie y en sus tres puntos (mesial, central y distal) para identificarlas, fueron 30 lámparas con potencias diferentes halladas en cada grupo formado por los modelos de lámparas Woodpecker LED B, C y H.
- Después de 24 horas fueron pulidas con piedras diamantadas cilíndricas de grano fino y ultra fino para obtener una superficie lisa y con una goma de punta siliconada blanca.
- Luego las muestras fueron enviadas al laboratorio High technology Laboratory Certificate de la ciudad de Lima en 3 recipientes rotulados como muestras LED B, LED C y LED H, en recipientes libres de luz, para evitar alteraciones en la resina ya fotopolimerizada, cada recipiente contenía 5 muestras separadas por 3 grupos según modelo, los cuales fueron enviados en dos fechas, el 17 de octubre y el 23 de octubre del presente año.
- Ya en el laboratorio se utilizó un microdurómetro Vickers de la marca LG HV 1000, este equipo utilizó un diamante pequeño con carga de 100gr por un tiempo de 10 segundos en cada muestra de resina compuesta para evaluar la microdureza.
- En cada muestra se evaluó la microdureza en 3 momentos, realizando por el durómetro tres diferentes puntos en forma de triángulo, para luego calcular el promedio de cada muestra.
- El mismo procedimiento se realizó en cada una de las muestras.
- Todo lo observado se anotó en la ficha de observación diseñada para la investigación.

#### **4.4 TÉCNICAS ESTADÍSTICAS PARA EL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN**

Una vez recolectado los datos, se trasladaron a una Matriz de sistematización en una hoja de cálculo Excel Versión 2010: A partir de esta se elaboró tablas de simple y doble entrada, y los gráficos de barras.

El análisis de datos se llevó a cabo a través de la aplicación de la estadística descriptiva para lo cual se calculó medidas de tendencia central (media aritmética) y de dispersión (desviación estándar y valores mínimo y máximo). Luego se procedió a demostrar la microdureza en el grupo de estudio; calculándose para tal fin la prueba estadística t de Student, a un nivel de significancia del 95% (0.05). La totalidad del proceso estadístico se llevó a cabo con la ayuda del software EPI-INFO versión 6.0.

#### **4.5 ASPECTOS ÉTICOS**

La presente investigación no va en contra de los principios éticos por ser un estudio In vitro

## CAPÍTULO V: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

### 5.1 ANÁLISIS DESCRIPTIVO:

TABLA N° 1

#### EFICIENCIA DE LA FOTOPOLIMERIZACIÓN DE LAS LÁMPARAS LED B SOBRE LA MICRODUREZA DE RESINAS COMPUESTAS

LED B	Microdureza		
	Zona 1	Zona 2	Zona 3
Media Aritmética	63.80	62.69	63.90
Desviación Estándar	6.42	3.84	5.32
Microdureza Mínimo	55.6	56.5	57.3
Microdureza Máximo	72.1	69.9	72.2
Total	10	10	10

Fuente: Matriz de datos

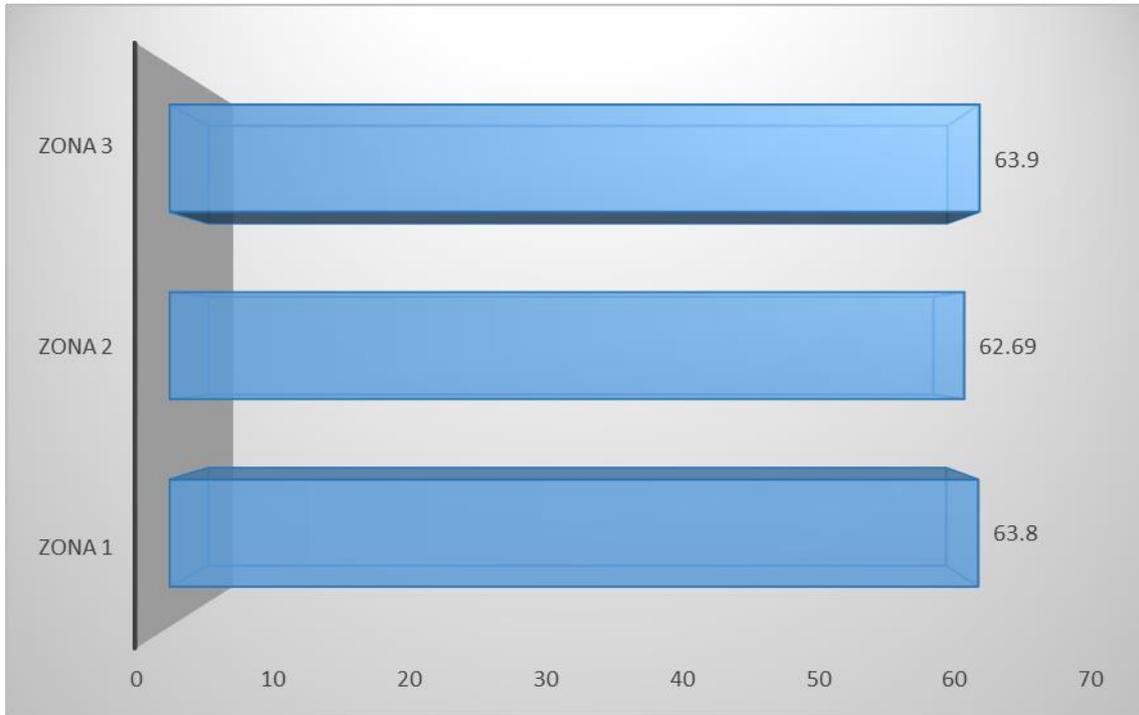
#### INTERPRETACIÓN:

En la tabla N° 1 mostramos la microdureza obtenida en las resinas compuestas que fueron sometidas a la fotopolimerización con las lámparas LED del tipo B. Cabe resaltar que la toma de las mediciones se llevó a cabo en tres puntos diferentes del bloque de resina confeccionado.

Como se puede observar de los resultados obtenidos, luego de la fotopolimerización con la lámpara LED B, la microdureza evidenciada en la zona 1 de la resina compuesta fue, en promedio, de 63.80 HV, respecto a la zona 2 el valor alcanzó un valor de 62.69 HV y en la zona 3, la medición de la microdureza correspondió a un valor de 63.90 HV.

## GRÁFICO N° 1

### EFICIENCIA DE LA FOTOPOLIMERIZACIÓN DE LAS LÁMPARAS LED B SOBRE LA MICRODUREZA DE RESINAS COMPUESTAS



**TABLA N° 2****EFICIENCIA DE LA FOTOPOLIMERIZACIÓN DE LAS LÁMPARAS LED C  
SOBRE LA MICRODUREZA DE RESINAS COMPUESTAS**

LED C	Microdureza		
	Zona 1	Zona 2	Zona 3
Media Aritmética	68.57	65.63	66.69
Desviación Estándar	5.77	7.91	6.05
Microdureza Mínimo	59.6	56.5	57.6
Microdureza Máximo	76.4	78.4	73.2
Total	10	10	10

Fuente: Matriz de datos

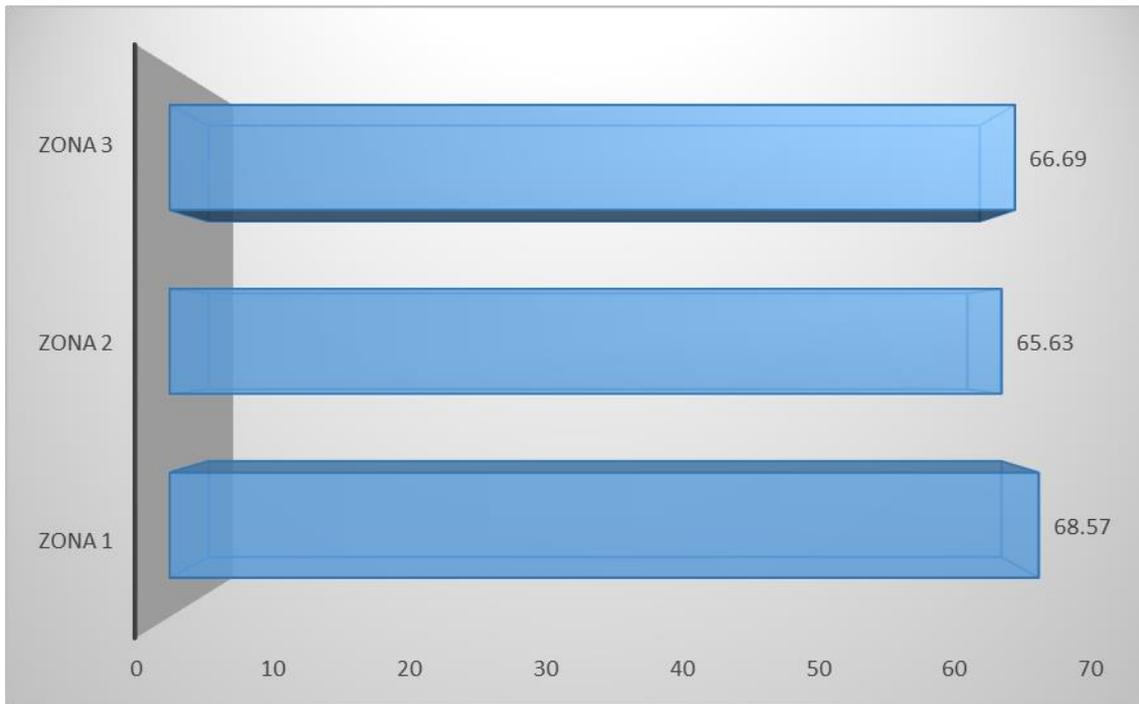
**INTERPRETACIÓN:**

En la tabla N° 2 se presenta información respecto a la microdureza evaluada en las resinas compuestas que fueron sometidas a la acción de la fotopolimerización con las lámparas LED del tipo C. Para la presente investigación, las mediciones se han llevado a cabo en tres puntos diferentes de las resinas elaboradas para tal fin.

De acuerdo con los resultados obtenidos, se puede apreciar que en la zona número 1 de la resina, la microdureza medida correspondió a un valor promedio de 68.57 HV, en lo que concierne a la zona 2, el valor de la microdureza evaluada fue de 65.63 HV, finalmente en la zona 3 de la resina el valor que se obtuvo de microdureza fue de 66.69 HV.

## GRÁFICO N° 2

### EFICIENCIA DE LA FOTOPOLIMERIZACIÓN DE LAS LÁMPARAS LED C SOBRE LA MICRODUREZA DE RESINAS COMPUESTAS



**TABLA N° 3**

**EFICIENCIA DE LA FOTOPOLIMERIZACIÓN DE LAS LÁMPARAS LED H  
SOBRE LA MICRODUREZA DE RESINAS COMPUESTAS**

LED H	Microdureza		
	Zona 1	Zona 2	Zona 3
Media Aritmética	73.24	73.10	71.28
Desviación Estándar	7.78	8.57	4.71
Microdureza Mínimo	63.5	57.2	64.3
Microdureza Máximo	83.8	87.7	78.2
Total	10	10	10

Fuente: Matriz de datos

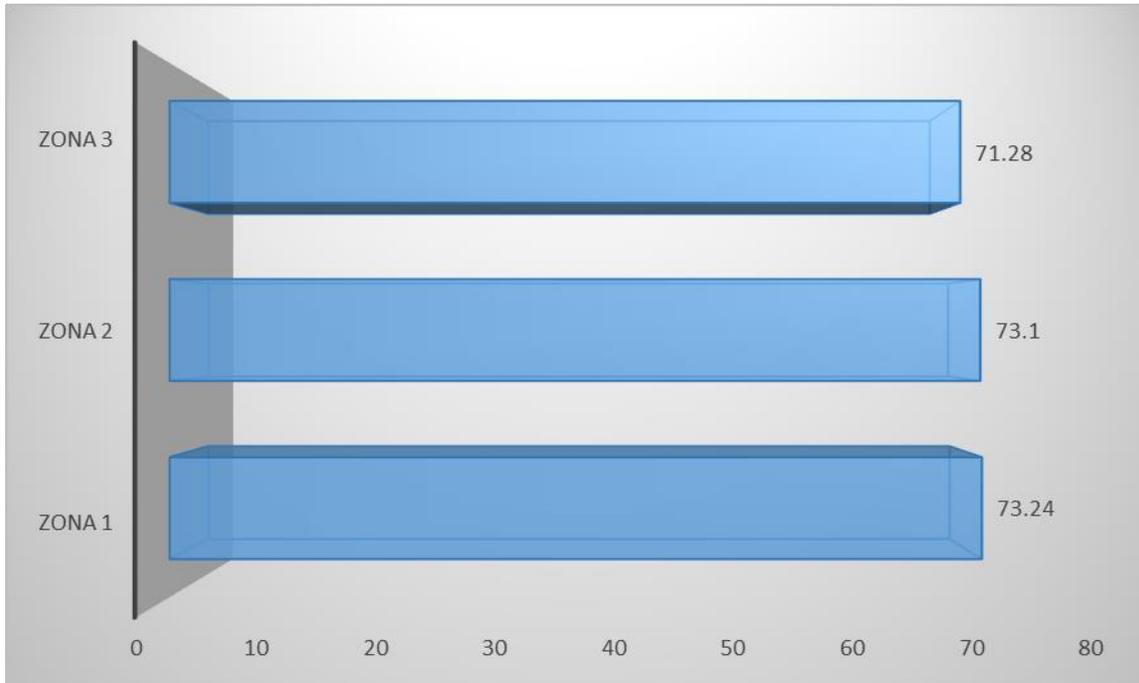
**INTERPRETACIÓN:**

En la tabla N° 3 se muestra la información correspondiente a la microdureza evidenciada en las resinas compuestas que fueron sometidas a la acción de la fotopolimerización de las lámparas LED del tipo H. Como ya se indicó, para una mejor evaluación de la microdureza, esta se ha evaluado en tres puntos diferentes de las resinas compuestas.

Los resultados obtenidos nos permiten colegir que, en la zona 1 de las resinas motivo de investigación, la microdureza apreciada fue, en promedio, de 73.24 HV. Respecto a la segunda zona evaluada, la microdureza que se obtuvo correspondió a un valor promedio de 73.10 HV y, en lo que concierne a la tercera zona de la resina, se apreció que la microdureza alcanzó un valor promedio de 71.28 HV.

### GRÁFICO N° 3

#### EFICIENCIA DE LA FOTOPOLIMERIZACIÓN DE LAS LÁMPARAS LED H SOBRE LA MICRODUREZA DE RESINAS COMPUESTAS



**TABLA N° 4**

**RELACIÓN DE LA EFICIENCIA DE LA FOTOPOLIMERIZACIÓN DE LAS LÁMPARAS LED SOBRE LA MICRODUREZA EN LA ZONA 1 DE LAS RESINAS COMPUESTAS**

ZONA 1	Microdureza		
	LED B	LED C	LED H
Media Aritmética	63.80	68.57	73.24
Desviación Estándar	6.42	5.77	7.78
Microdureza Mínimo	55.6	59.6	63.5
Microdureza Máximo	72.1	76.4	83.8
Total	10	10	10

Fuente: Matriz de datos

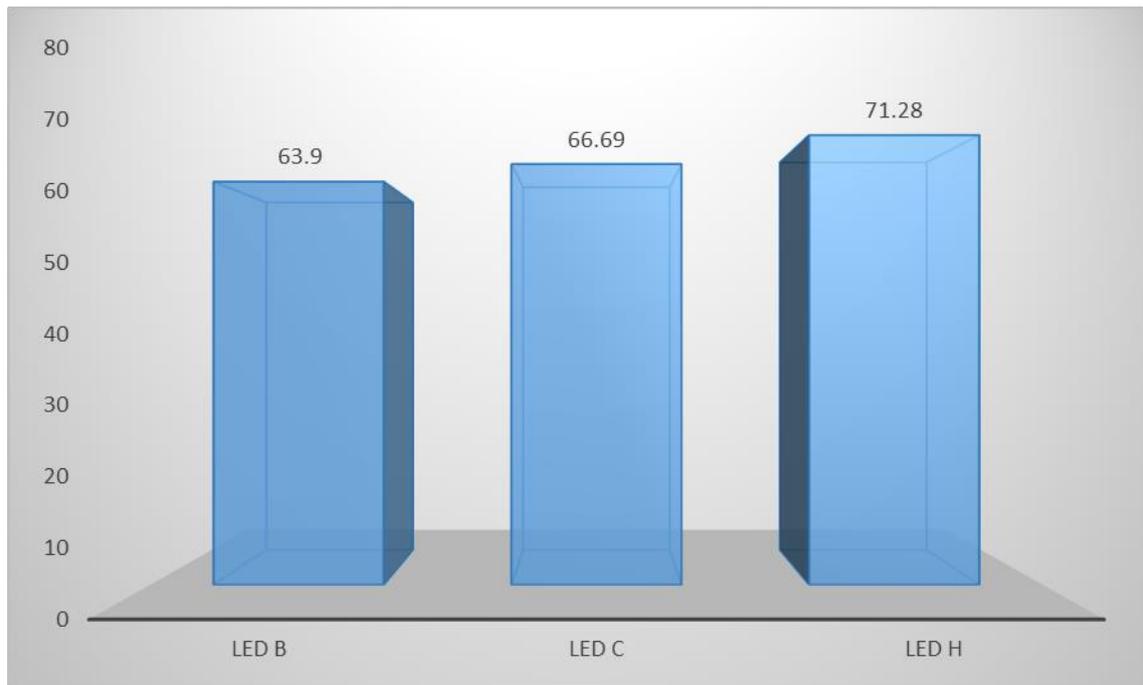
**INTERPRETACIÓN:**

En la tabla N° 4 procedemos a relacionar la microdureza obtenida que fue medida en la zona 1 de las resinas compuestas entre los tres tipos de lámparas LED que fueron motivo de investigación.

Los resultados a los que se ha arribado luego de llevada a cabo la experimentación nos permite colegir que, fueron las resinas compuestas expuestas a la lámpara LED tipo B las que obtuvieron la menor microdureza observada (63.80 HV), en segundo lugar están ubicadas las resinas expuestas a la luz de las lámparas LED del tipo C (68.57 HV), en tanto, las resinas que evidenciaron la mayor microdureza fueron las que se expusieron a la luz de las lámparas LED del tipo H (73.24 HV).

#### GRÁFICO N° 4

RELACIÓN DE LA EFICIENCIA DE LA FOTOPOLIMERIZACIÓN DE LAS LÁMPARAS LED SOBRE LA MICRODUREZA EN LA ZONA 1 DE LAS RESINAS COMPUESTAS



**TABLA N° 5**

**RELACIÓN DE LA EFICIENCIA DE LA FOTOPOLIMERIZACIÓN DE LAS LÁMPARAS LED SOBRE LA MICRODUREZA EN LA ZONA 2 DE LAS RESINAS COMPUESTAS**

ZONA 2	Microdureza		
	LED B	LED C	LED H
Media Aritmética	62.69	65.63	73.10
Desviación Estándar	3.84	7.91	8.57
Microdureza Mínimo	56.5	56.5	57.2
Microdureza Máximo	69.9	78.4	87.7
Total	10	10	10

Fuente: Matriz de datos

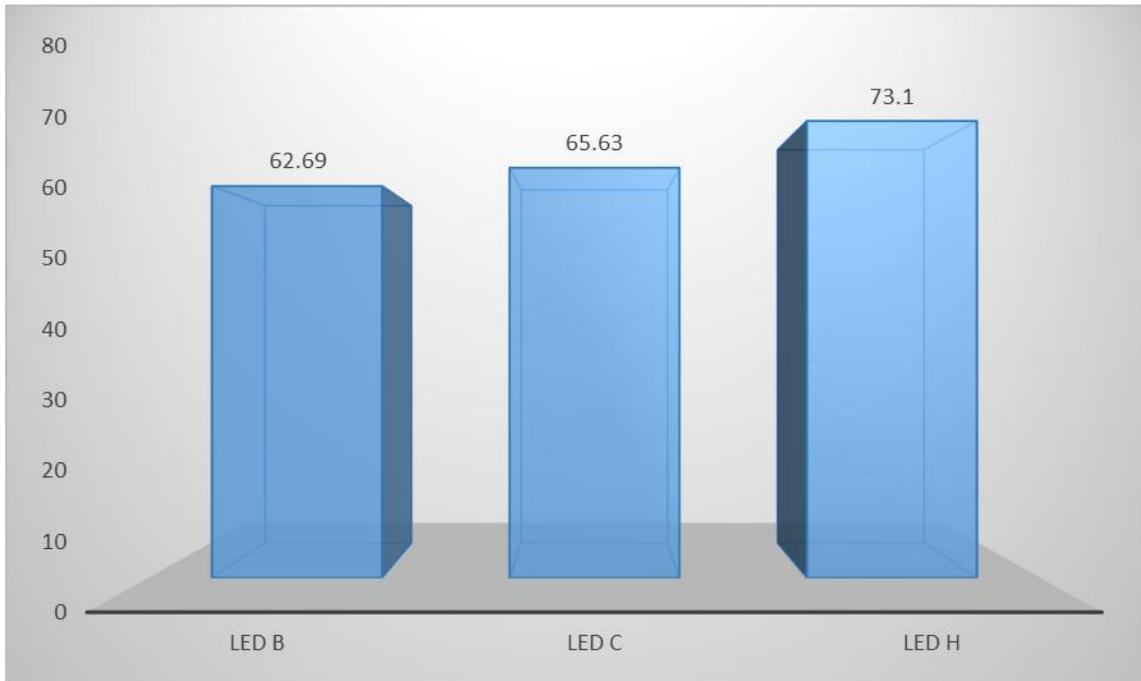
**INTERPRETACIÓN:**

La tabla que se presenta nos muestra la relación llevada a cabo entre la luz producida por los tres tipos de lámpara LED (B, C y H) que fueron motivo de investigación respecto a la microdureza que producían cuando se las hacía actuar sobre las resinas compuestas, en este caso, en la zona 2.

De acuerdo a la información obtenida después de llevada a cabo las mediciones correspondientes, podemos colegir que las resinas compuestas que fueron sometidas a la luz de las lámparas LED del tipo B, fueron las que obtuvieron la menor microdureza (62.69 HV), seguidamente estuvieron las resinas expuestas a las lámparas LED del tipo C (65.63 HV), finalmente, podemos afirmar que las resinas compuestas que se fotopolimerizaron con la lámpara LED del tipo H, fueron las que alcanzaron los mayores valores promedio de microdureza, con 73.10 HV.

## GRÁFICO N° 5

RELACIÓN DE LA EFICIENCIA DE LA FOTOPOLIMERIZACIÓN DE LAS LÁMPARAS LED SOBRE LA MICRODUREZA EN LA ZONA 2 DE LAS RESINAS COMPUESTAS



**TABLA N° 6**

**RELACIÓN DE LA EFICIENCIA DE LA FOTOPOLIMERIZACIÓN DE LAS LÁMPARAS LED SOBRE LA MICRODUREZA EN LA ZONA 3 DE LAS RESINAS COMPUESTAS**

ZONA 3	Microdureza		
	LED B	LEB C	LED H
Media Aritmética	63.90	66.69	71.28
Desviación Estándar	5.32	6.05	4.71
Microdureza Mínimo	57.3	57.6	64.3
Microdureza Máximo	72.2	73.2	78.2
Total	10	10	10

Fuente: Matriz de datos

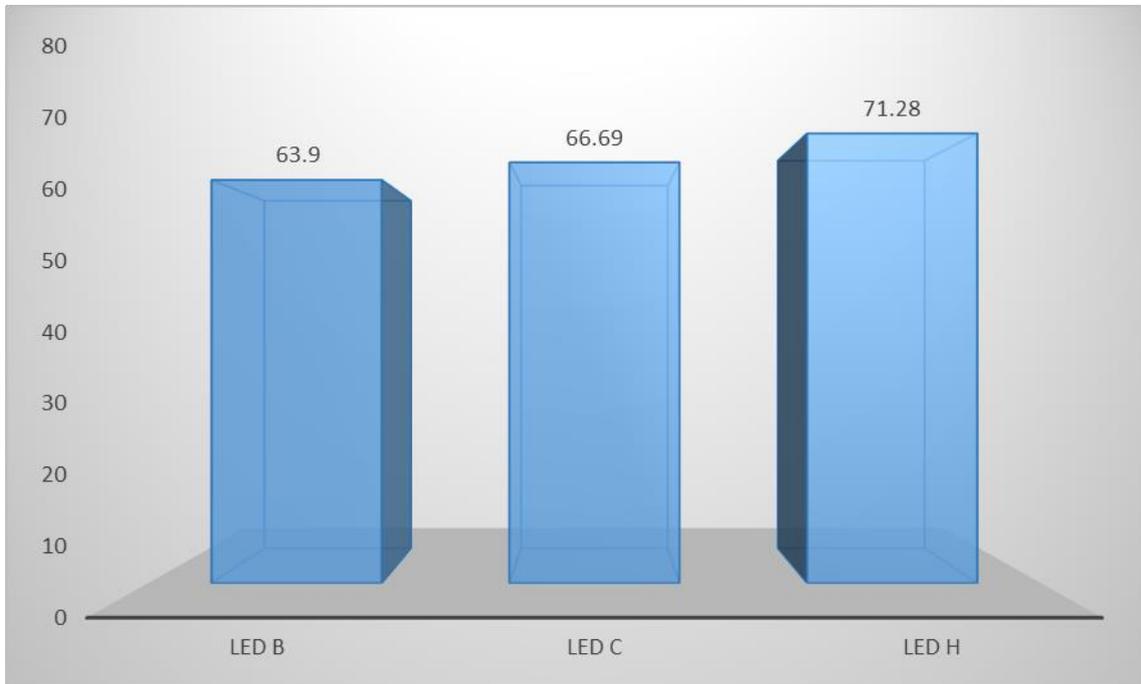
**INTERPRETACIÓN:**

En la tabla N° 6 se presenta información respecto a la microdureza obtenida en las resinas compuestas, específicamente en la zona 3, luego de ser expuestas a los tres tipos de lámparas LED (B, C y H) que fueron incluidas en nuestra investigación.

De acuerdo con los resultados obtenidos en la investigación, podemos colegir que las resinas compuestas que fueron expuestas a la fotopolimerización con lámpara LED del tipo B fueron las que obtuvieron la menor microdureza (63.90 HV), seguidamente tenemos a las resinas sometidas a la luz de las lámparas LED del tipo C (66.69 HV). Ahora bien, las resinas que fueron fotopolimerizadas con las lámparas LED del tipo H fueron las que obtuvieron los mayores valores de microdureza (71.28 HV).

## GRÁFICO N° 6

RELACIÓN DE LA EFICIENCIA DE LA FOTOPOLIMERIZACIÓN DE LAS LÁMPARAS LED SOBRE LA MICRODUREZA EN LA ZONA 3 DE LAS RESINAS COMPUESTAS



## 5.2 ANÁLISIS INFERENCIAL:

TABLA N° 7

**PRUEBA ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EVALUAR LA EFICIENCIA DE LA FOTOPOLIMERIZACIÓN DE LAS LÁMPARAS LED SOBRE LA MICRODUREZA DE RESINAS COMPUESTAS**

RESINAS COMPUESTAS	Valor Estadístico	Grados de Libertad	Significancia p
ZONA 1	0.160	27	0.853 (P ≥ 0.05) N.S.
ZONA 2	0.501	27	0.611 (P ≥ 0.05) N.S.
ZONA 3	0.230	27	0.796 (P ≥ 0.05) N.S.

Para relacionar la eficiencia de cada una de las lámparas LED (B, C y H) motivo de estudio respecto a la microdureza en las resinas compuestas, en las tres zonas elegidas (Tablas N° 1, 2 y 3), se aplicó la prueba estadística de Análisis de Varianza (ANOVA), la cual compara más de dos medias aritméticas y nos permite establecer si existen, o en su defecto no, diferencias estadísticamente significativas entre las tres zonas evaluadas de la resina por cada lámpara motivo de investigación.

Si se aprecian los resultados obtenidos, en las tres lámparas que fueron motivo de evaluación, las diferencias encontradas en la microdureza de las tres zonas de las resinas compuestas que fueron medidas no tuvieron significancia estadística, es decir, la microdureza obtenida por cada una de las lámparas lograron la misma cantidad de microdureza sin importar la zona que fue evaluada, por tanto, su efecto fue homogéneo en la totalidad del cuerpo de la resina.

**TABLA N° 8**

**PRUEBA ANÁLISIS DE VARIANZA PARA RELACIONAR LA EFICIENCIA DE LA FOTOPOLIMERIZACIÓN ENTRE LAS LÁMPARAS LED RESPECTO A LA MICRODUREZA DE LAS RESINAS COMPUESTAS DE ACUERDO CON LA ZONA EVALUADA**

<b>LÁMPARAS LED</b>	<b>Valor Estadístico</b>	<b>Grados de Libertad</b>	<b>Significancia P</b>
LED B	4.945	27	<b>0.015</b> <b>(P &lt; 0.05) S.S.</b>
LED C	5.724	27	<b>0.008</b> <b>(P &lt; 0.05) S.S.</b>
LED H	4.772	27	<b>0.017</b> <b>(P &lt; 0.05) S.S.</b>

En la relación de la eficiencia de la fotopolimerización entre las lámparas LED (B, C y H) que fueron motivo de estudio, por cada zona evaluada de las resinas compuestas (Tablas N° 4, 5 y 6), se aplicó la prueba estadística de Análisis de Varianza (ANOVA), la cual compara más de dos medias aritméticas y nos permite establecer si existen, o en su defecto no, diferencias estadísticamente significativas entre las tres lámparas LED respecto a cada una de las zonas evaluadas de la resina.

Como se puede apreciar de los resultados obtenidos, en las tres zonas evaluadas de la resina respecto a su microdureza, las diferencias encontradas entre las tres lámparas LED fueron estadísticamente significativas, es decir, en los tres casos la lámpara LED del tipo H fue la que logró la mayor microdureza en las resinas sobre las cuales se utilizó, respecto a las resinas expuestas a las lámparas LED tipo B y C.

### **5.3 COMPROBACIÓN DE LAS HIPÓTESIS:**

#### **HIPÓTESIS PRINCIPAL:**

Es probable que la eficiencia de fotopolimerización de las lámparas LED, en relación con la microdureza de resinas compuestas en la clínica Estomatológica de la Universidad Alas Peruanas, sea diferente en los diferentes dispositivos utilizados.

#### **Regla de Decisión:**

Si  $P \geq 0.05$                       No se acepta la hipótesis.

Si  $P < 0.05$                       Se acepta la hipótesis.

#### **Conclusión:**

Contrastando la hipótesis principal planteada con los resultados obtenidos (Tabla N° 8), procedemos a aceptarla, pues se ha demostrado que la lámpara de fotopolimerización del tipo H fue la que generó mayor valor promedio de microdureza en las resinas compuestas que las obtenidas con las del tipo B o C.

#### **HIPÓTESIS DERIVADA:**

Es probable que la microdureza de las resinas compuestas, en relación con la eficiencia de fotopolimerización de las lámparas LED utilizadas en la clínica Estomatológica de la Universidad Alas Peruanas, sea igual en los tres tipos utilizados.

**Regla de Decisión:**

Si  $P \geq 0.05$                       No se acepta la hipótesis.

Si  $P < 0.05$                       Se acepta la hipótesis.

**Conclusión:**

De acuerdo con los resultados obtenidos (Tabla N° 8), procedemos a rechazar nuestra hipótesis derivada, pues se ha evidenciado que la microdureza de las resinas compuestas está directamente relacionada con el tipo de LED utilizado para su fotopolimerización, siendo la del tipo H la que genera el mayor valor.

#### 5.4 DISCUSIÓN:

Las resinas son un material muy utilizado en la práctica odontológica, en los procedimientos de restauración. El comportamiento ideal de la resina depende de muchos factores, entre ellos la eficiencia de fotopolimerización, es por ello que la presente investigación pretendió evaluar la eficiencia de fotopolimerización de lámparas LED en relación a la microdureza de resinas compuestas.

En el presente trabajo, las muestras fueron preparadas por el mismo operador, con esto se intenta evitar cambios en los factores que intervienen en la investigación. Se han realizado estudios sobre la microdureza de resinas compuestas FILTEK Z350 3M en relación con la eficiencia de fotopolimerización LED y halógenas, pero no se han encontrado estudios tomando en cuenta las marcas comerciales evaluadas en este trabajo, las cuales son en su mayoría de la marca Woodpecker, en el trabajo de Suarez R., Lozano. F., se describe que la dureza determina el grado de deformación de un material, su resistencia a la indentación y se acepta como una propiedad importante y un parámetro valioso en la comparación con la estructura dental. Los valores de dureza de esmalte y dentina en unidades Vickers se expresan como 348 HV y 80 HV. Así mismo, el valor de microdureza Vickers obtenido de la superficie de su muestra de resina Filtek z350 XT 3M fue 80HV.

En el trabajo de C. Poggio. M. Lombardini. S. Gaviati. M. Chiesa. Influence of polymerization time and depth of cure of resin composites determined by Vickers hardness. Se describe que la dureza Vickers obtenida fue mayor que el valor mínimo indicado en la literatura 80 HV. Es así que en este trabajo se estimó un límite de 80 HV como medida aceptable para relacionar la eficiencia de fotopolimerización y la microdureza de la resina compuesta, garantizando el éxito clínico de la restauración, y brindando al material una mejor resistencia al desgaste y al rayado, además de longevidad a la restauración.

Los resultados obtenidos muestran que de los tres modelos utilizados LED B, LED C, y LED H, de la marca Woodpecker, los mayores valores promedio de microdureza en Vickers, fueron de la lámpara LED H 72.54HV, que se encuentran 7.46 HV por debajo del valor aceptable de microdureza Vickers. Así mismo, el modelo LED C obtuvo un valor promedio de 66.96 HV que se encuentra 13.04 HV por debajo del valor indicado y por último el modelo LED B obtuvo una microdureza de 63.46 HV, siendo el menor valor promedio de microdureza obtenido, el cual se encontraría 16.53 HV por debajo del valor considerado como aceptable.

En este estudio utilizamos las lámparas de marca Woodpecker puesto que al realizar una encuesta, es la más utilizada en nuestra comunidad. Tomando en cuenta que la muestra de Composite no presenta propiedades de una pieza dental, las aproximaciones obtenidas en la muestra de la investigación en contraste con la realidad pueden variar.

## CONCLUSIONES

- PRIMERA** : La eficiencia de lámparas LED en relación a la microdureza de resinas compuestas en la Clínica Estomatológica de la Universidad Alas Peruanas obtuvo un valor promedio de 85.39%.
- SEGUNDA** : Se establece que las lámparas Woodpecker modelo LED B luego de utilizarse para la fotopolimerizar las resinas compuestas obtuvo un valor promedio máximo de microdureza de 63.90 HV equivalente al 79.8% de eficiencia de fotopolimerización.
- TERCERA** : Se establece que las lámparas Woodpecker modelo LED C luego de utilizarse para la fotopolimerizar las resinas compuestas obtuvo un valor promedio máximo de microdureza de 68.57 HV equivalente al 85.7% de eficiencia de fotopolimerización.
- CUARTA** : Se establece que las lámparas Woodpecker modelo LED H luego de utilizarse para la fotopolimerizar las resinas compuestas obtuvo un valor promedio máximo de microdureza de 72.54 HV equivalente al 90.67% de eficiencia de fotopolimerización.
- QUINTO** : La eficiencia de fotopolimerización de lámparas LED de marca Woodpecker en relación a la microdureza de resinas compuestas, presentan diferencias significativas, puesto que la lámpara más eficiente fue la del modelo LED H al lograr una mayor microdureza en las resinas sobre las cuales se utilizó, respecto a las resinas expuestas a lámparas LED B y C.

## RECOMENDACIONES

- PRIMERA** : Debido a la venta no regulada de equipos odontológicos en el mercado, a través de los cuales se adquieren lámparas de mala calidad pero con precios accesibles, lo que genera que tengan un desempeño por debajo de los estándares establecidos por la entidad reguladora (ADA), se recomienda a los Cirujanos Dentistas y alumnos de Estomatología revisar periódicamente sus equipos y darle un adecuado mantenimiento para no interferir en el proceso de fotopolimerización.
- SEGUNDA** : Se sugiere a la Comunidad Odontológica llevar a cabo investigaciones respecto a la microdureza de las resinas, en relación con la eficiencia de fotopolimerización, en lámparas LED de otras marcas.

## FUENTES DE INFORMACIÓN

- 1) G. Henostroza H. Adhesión en odontología restauradora. Vol.1.20th ed. Brazil. Maio; 2003.
- 2) Booksman, Lenndert. Coelho Santos, Gildo. Principios de la polimerización. VK Import Ltda. 2012; 8(10):1.
- 3) Carrillo C. Monroy a. Materiales de resinas compuestas y su polimerización. Rev. adm. [internet]. 2012; [citado el 08 de Agost. 2018]; 3(3):3-16. disponible en: <http://www.medigraphic.com/pdfs/adm/od-2009/od094b.pdf>.
- 4) León Velarde CD. Absorción acuosa de diferentes resinas compuestas, polimerizadas con luz halógena o luz de led's en las primeras 24 y 48 horas, Universidad San Martín de Porres. 2005. p. 31-41.
- 5) Askeland. de. Ciencia e Ingeniería de los Materiales. 3er edición. editorial Thomson. 1998.
- 6) Romero Ulloa, Mayra Alejandra. eficiencia de fotopolimerización de resinas compuestas directas en los servicios Odontológicos privados. Urdesa, Kennedy y alborada. guayaquil.2014.Universidad Católica de Santiago de guayaquil.2014.p.23-26.
- 7) Ayerbe Mendoza, Rodolfo André. Evaluación de la emisión Térmica del haz de luz de lámparas fotopolimerizables led in vitro. universidad alas peruanas – 2016. universidad alas peruanas. escuela profesional de estomatología, facultad de ciencias de salud. 2016.
- 8) Gonzales Justo, Marcia Lucianne. Comparación de la dureza de las resinas compuestas Nanohíbridas polimerizadas con o sin gel hidrosoluble Arequipa- 2016. universidad alas peruanas. escuela profesional de estomatología, facultad de ciencias de salud. 2016.
- 9) Martínez Villavicencio, Mauricio Andrés. Estudio comparativo in vitro de la resistencia a la tensión diametral de una resina compuesta

fotopolimerizadas con una lámpara led y una lámpara halógena convencional. [Internet]. Universidad de Chile. Facultad de Odontología. 2005. [citado el 1 de setiembre de 2018]. Disponible en: [http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/110735/martinez\\_m2.pdf?sequence=4](http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/110735/martinez_m2.pdf?sequence=4).

- 10) Guerrero Bravo, Ana Gabriela. Comparativo in vitro de la profundidad de curado de una resina nano híbrida con luz halógena versus luz led según la norma iso 4049 en la carrera de Odontología de la Universidad académica de salud y bienestar. carrera de cuenca 2015-2016. [Internet]. Universidad Católica Cuenca. 2016. [Citado el 1 de setiembre de 2018]. Disponible en: <http://dspace.ucacue.edu.ec/bitstream/reducacue/7218/1/tesis.pdf>.
- 11) Reviejo Fragua, Marta. Eficacia de Polimerización de una moderna lámpara de luz halógena a través de la cerámica. [Internet]. Facultad de Odontología. 2002. [Citado el 1 de setiembre de 2018]. Disponible en: <https://eprints.ucm.es/4583/1/T26128.pdf>.
- 12) Martínez Regalado, Galo Xavier. Evaluación de la intensidad de la luz temperatura e integridad de las lámparas halógenas de la facultad de Odontología de la Universidad de las Américas. [Internet]. Universidad de las Américas. Facultad de Odontología. 2016. [Citado el 1 de setiembre de 2018]. Disponible en: <http://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/6502/5/UDLA-EC-TOD-2016-37.pdf>.
- 13) Zambrano Negrete, Nicole Estefany. Efectividad del uso de lámparas de alta potencia de profundidad de fotocurado en resinas compuestas Universidad Andrés bello. [internet]. Facultad de odontología. 2016. [citado el 19 de agosto de 2018]. Disponible en [http://repositorio.unab.cl/xmlui/bitstream/handle/ria/3177/a117546\\_zambrano\\_n\\_efectividad\\_del\\_uso\\_de\\_lamparas\\_2016\\_tesis.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unab.cl/xmlui/bitstream/handle/ria/3177/a117546_zambrano_n_efectividad_del_uso_de_lamparas_2016_tesis.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
- 14) Peña Arosemena, Leticia María del Carmen. Eficiencia en la práctica de fotopolimerización de resinas compuestas directas en los servicios

odontológicos privados, Urdesa Kennedy, alborada Guayaquil. 2014. [Internet]. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. Facultad de Ciencias Médicas. 2014. [Citado el 1 de setiembre de 2018]. Disponible en: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/2920/1/T-UCSG-PRE-MED-ODON-121.pdf>.

- 15) Cabanillas Martos, María del Carmen. Intensidad de luz emitida por unidades de fotopolimerización utilizadas por cirujanos dentistas de la ciudad Cajamarca 2015. [Internet]. Universidad Privada de Antenor Orrego. Facultad de Medicina Humana. 2016. [citado el 1 de setiembre de 2018]. Disponible en: [http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/upaorep/1906/1/RE\\_ESTO\\_MARIADELARMEN.CABANILLAS\\_UNIDADESDE.FOTOPOLIMERIZACION\\_TESIS.pdf](http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/upaorep/1906/1/RE_ESTO_MARIADELARMEN.CABANILLAS_UNIDADESDE.FOTOPOLIMERIZACION_TESIS.pdf).
- 16) Ramos Garridos, Yeny Vanessa. Estudio del estado de potencia lumínica de las lámparas de tipo halógenas de fotopolimerización asignadas en la Clínica - Estomatológica de la Uss -2015. [Internet]. Universidad del Señor de Sipán. 2015. [Citado el 1 de setiembre de 2018]. Disponible en: [http://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/USSS\\_3250afdfa0e6433ec3088111be24b305/Details](http://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/USSS_3250afdfa0e6433ec3088111be24b305/Details).
- 17) Carrillo Sánchez, Carlos. Monroy Pedraza, Montserrat. Métodos de activación de la fotopolimerización. Rev. Adm. [internet]. 2009. [citado el 19 de agosto de 2018]. Vol. Lxv. No.5:18-28. Disponible en: <http://www.medigraphic.com/pdfs/adm/od-2009/od95d.pdf>.
- 18) Herrera Esteban. Fracasos en la adhesión. Av. Odontoestomatol. [internet]. 2005. [citado el 19 de agosto de 2018].vol. 21. No. 2.:63-69. Disponible en: [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=s0213-12852005000200002](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=s0213-12852005000200002).
- 19) Cabrera Cárdenas, LUCY. Efecto de la luz halógena y leds sometidas a variaciones de voltaje en la dureza de bloques de las resinas Filtek z350 y Herculite Précis. laboratorio de la facultad de odontología, UCSM Arequipa. 2010. Universidad Católica de Santa María. Facultad de Odontología.2010.

- 20) Suarez Rolan, Lozano Felipe. COMPARACION DE LA DUREZA SUPERFICIAL DE RESINAS DE NANOTECNOLOGIA, SEGÚN EL MOMENTO DE PULIDO: IN VITRO. LIMA 2014. Rev Estomatol Herediana [Internet]. 2014. Ene- Mar; 24(1):11-6. <http://www.upch.edu.pe/vrinve/dugic/revistas/index.php/REH/article/viewFile/2110/2100>.
- 21) Salas Castro, Yeny Mercedes. Estudio In vitro de la microdureza superficial en resinas compuestas de metacrilato Z350 XT y silorano P90. [Internet]. Universidad Mayor de San Marcos. Facultad de Odontología. 2013. [Citado el 17 de octubre de 2018]. Disponible en: [http://cybertesis.unmsm.edu.pe/xmlui/bitstream/handle/cybertesis/3425/Salas\\_cy.pdf?sequence=1](http://cybertesis.unmsm.edu.pe/xmlui/bitstream/handle/cybertesis/3425/Salas_cy.pdf?sequence=1).
- 22) Cabrera Cárdenas, Lucy. Efecto de la luz halógena y leds sometidas a variaciones de voltaje en la dureza de bloques de las resinas Filtek Z350 y Herculite Précis. [Internet]. Universidad Católica de Santa María. Facultad de Odontología. 2010.
- 23) Quintanilla Quispe, Cesar Gustavo. Comparación de la microdureza superficial in vitro de una resina compuesta fotoactivada a diferentes temperaturas y tiempos de climatización. [Internet]. Universidad Cayetano Heredia. Escuela de Posgrado. Facultad de Odontología. 2016. [Citado el 22 de noviembre del 2018]. Disponible en: <http://repositorio.upch.edu.pe/bitstream/handle/upch/469/>.
- 24) Naranjo Pizano Rafael Mauricio, Duque Sánchez Sarina, Pineda Rodríguez Andrés Felipe, Evaluación de la microdureza en tres tipos de resinas dentales compuestas al polimerizarse con dos fuentes de luz a diferentes distancias. Grupo de Invest. GIP. [Internet]. 2013. [Citado el 22 de Noviembre del 2018]. Vol. 1[1-21]. Disponible en: [http://bdigital.ces.edu.co/Evaluacion\\_Microdureza.pdf](http://bdigital.ces.edu.co/Evaluacion_Microdureza.pdf).
- 25) Loyola Monterroso, Gina Melisa. Evaluación in vitro de la microdureza superficial de una resina de nanorrelleno y una resina compuesta posterior. [Internet]. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. 2012. [Citado el 22 de Noviembre del 2018]. Disponible en:

[http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/cybertesis/4018/Loyola\\_mg.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/cybertesis/4018/Loyola_mg.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

- 26) C. Poggio. M. Lombardini. S. Gaviati. M. Chiesa. Influence of polymerization time and depth of cure of resin composites determined by Vickers hardness. Dent Res J. 2012 Nov; 9(6): 735-40.

## ANEXOS

### ANEXO N° 01: FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

MARCA/MODELO:				
N° MUESTRAS	CARGA MAXIMA DE MUESTRAS			PROMEDIO DE MICRODUREZA VICKERS Hv (kg/mm <sup>2</sup> )
	1ER PUNTO	2DO PUNTO	3ER PUNTO	
1.-				
2.-				
3.-				
4.-				
5.-				
6.-				
7.-				
8.-				
9.-				
10.-				

## ANEXO N° 02: SECUENCIA FOTOGRAFICA



Uso de Radiometro para toma de Potencia en Lampara marca Woodpecker.

LED B	LED C	LED H
1. 400 mW/cm <sup>2</sup>	1. 800 mW/cm <sup>2</sup>	1. 800 mW/cm <sup>2</sup>
2. 800 mW/cm <sup>2</sup>	2. 700 mW/cm <sup>2</sup>	2. 600 mW/cm <sup>2</sup>
3. 400 mW/cm <sup>2</sup>	3. 1000 mW/cm <sup>2</sup>	3. 1000 mW/cm <sup>2</sup>
4. 800 mW/cm <sup>2</sup>	4. 600 mW/cm <sup>2</sup>	4. 900 mW/cm <sup>2</sup>
5. 400 mW/cm <sup>2</sup>	5. 400 mW/cm <sup>2</sup>	5. 700 mW/cm <sup>2</sup>

Confección de botones de resina compuesta 3M Z350 XT.

## ANEXO N° 3: FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS

### RADIOMETRO



#### ADVANTAGE:

This radiometer light meter does not need any battery using the sensitive of the light to measure

#### Descriptions:

- Using a light guide. Center the light source over the detector window read the useful Curing power in  $mW/cm^2$
- Use to test the Curing power pf dental Curing light etc.

#### Interpreting your result:

- Under: 300: Indicates low out put
- 300-500: test composite to determine curing time
- 500-800: use recommended Curing time
- Over 800: high output reduce Curing time appropriately
- Measures useful Curing empty up to  $2000 mW/cm^2$
- Defects blue light from 400- 500 nanometers



#### 4. Technical specifications

4.1 Power supply: rechargeable Lithium battery

Battery model: ICR18650

Battery voltage and capacity: 3.7V/2000mAh

Input of adapter: 100V to 240V~ 50Hz/60Hz

4.2 Applied part: Optical fiber

4.3 Light source: Blue light

Wave length: 420nm to 480nm

Light intensity: 1000mW/cm<sup>2</sup>~1200mW/cm<sup>2</sup>

4.4 Working condition:

Environment temperature: 5°C to 40°C

Relative humidity: ≤80%

4.5 Dimensions: 31mm×34mm×260mm

4.6 Net weight: 145g

4.7 Consumption power: ≤8W

4.8 Protection type against electrical shock: class II equipment

4.9 Protection against electrical shock: type B applied part

4.10 Protection against harmful ingress of water or particular matter: ordinary equipment (IPX0)



#### 4. Technical specifications

##### 4.1 Power supply:

Rechargeable Lithium battery  
 Battery model: ICR18490  
 Battery voltage and capacity: 3.7V/1400mAh  
 Input of adapter: 100V to 240V~ 50Hz/60Hz

Built-in fuse of adapter: 1A/250V

##### 4.2 Applied part: optical fiber

##### 4.3 Light source:

Blue light  
 Wave length: 420nm-480nm

##### 4.4 Working condition:

Environment temperature: 5°C to 40°C  
 Relative humidity: ≤80%  
 Atmosphere pressure: 70kPa to 106kPa

##### 4.5 Dimensions: Φ23mm×263mm

##### 4.6 Net weight: 124g

##### 4.7 Consumption power: ≤8W

##### 4.8 Protection type against electrical shock: class II

##### 4.9 Protection against electrical shock: type B

##### 4.10 Protection against harmful ingress of water or particular matter: ordinary equipment (IPX0)

##### 4.11 Safety in the presence of flammable anesthetic mixture with air, oxygen or nitrous oxide: not suitable under this condition.



#### 3. Especificaciones técnicas

##### 3.1 Fuente de energía: Batería recargable de litio.

Modelo de batería: ICR18650  
 Voltaje y capacidad de batería: 3.7V/2200mAh  
 Entrada al adaptador: AC100V a 240V, 50Hz/60Hz.  
 Salida del adaptador: DC5V/1<sup>a</sup>

##### 3.2 Parte aplicada: Fibra óptica

##### 3.3 Fuente de luz:

- a) 5W luz azul LED de alta intensidad
- b) Longitud de onda: 420nm-480nm
- c) Intensidad de luz: 1000mW/cm<sup>2</sup> ~ 1200mW/cm<sup>2</sup>

##### 3.4 Condiciones de trabajo:

- a) Temperatura ambiental: 5°C a 40°C
- b) Humedad relativa: ≤80%
- c) Presión atmosférica: 70kPa a 106kPa

##### 3.5 Dimensiones: Φ25mm x 252mm

##### 3.6 Peso neto: 178gr.

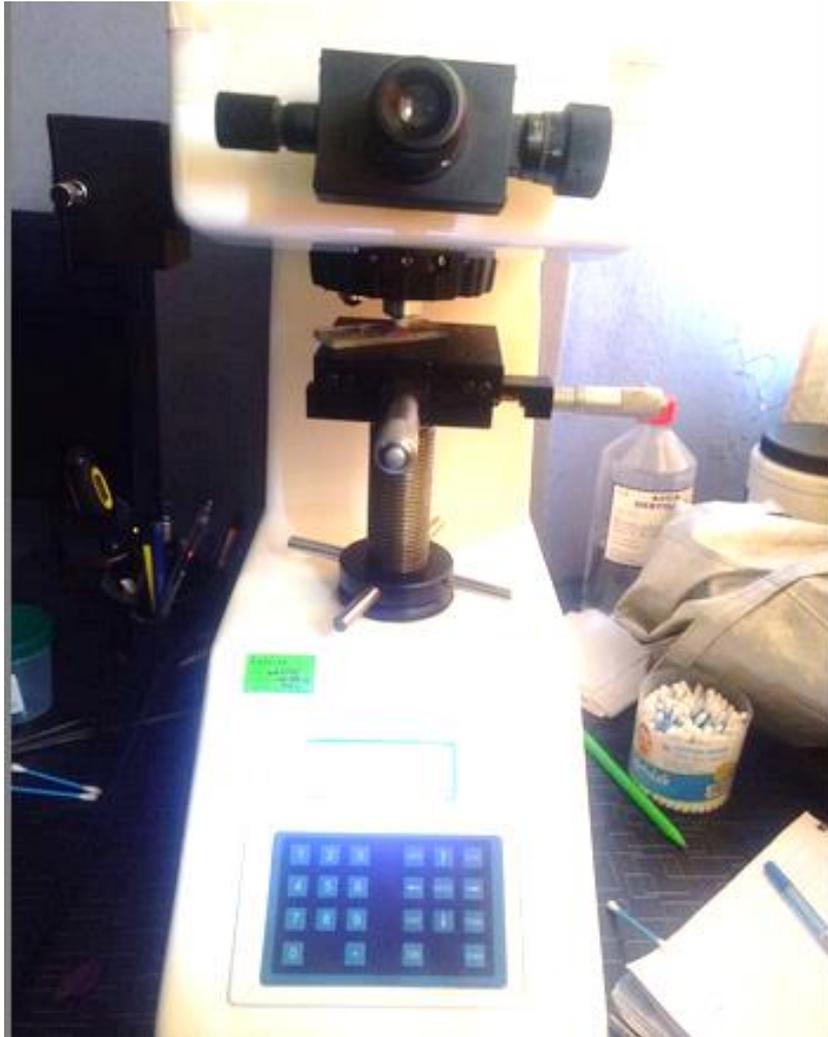
##### 3.7 Consumo de energía: ≤8W

##### 3.8 Tipo de protección contra shock eléctrico: Clase II

##### 3.9 Protección contra shock eléctrico: Tipo B

##### 3.10 Protección contra ingreso dañino de agua o alguna materia particular: Equipo ordinario (IPX0)

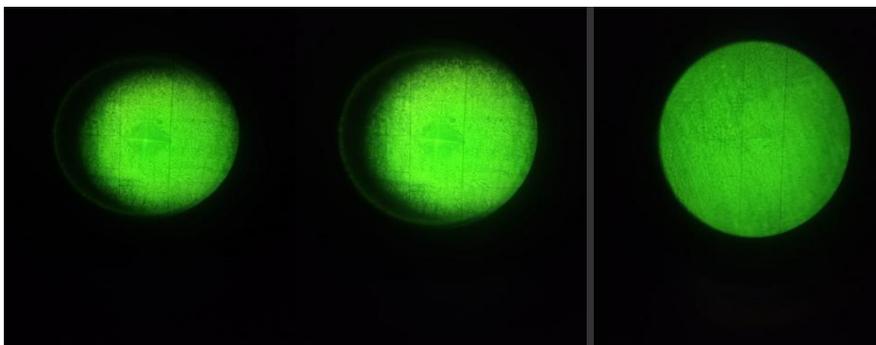
##### 3.11 Seguridad en presencia de anestésico inflamable mezclado con aire, oxígeno u óxido nítrico: no recomendable bajo esta condición.



---

Microdurómetro Vickers – Marca LG – HV-1000  
1  $\mu\text{m}$  - 40X

---



Huella dejada por el Identador Vickers

## ANEXO N° 4: DOCUMENTACION SUSTENTARIA



“Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional”

### CARTA DE PRESENTACIÓN

Señor.:

Mg. Huber Salinas Pinto  
Encargado  
Escuela Profesional de Estomatología  
Presente.-

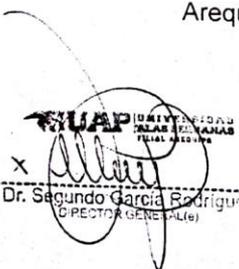
El que suscribe: **Dr. Segundo García Rodríguez, Director General** (e) de la Universidad Alas Peruanas – Filial Arequipa, extiende la siguiente carta de presentación para la alumna:

### **ZUÑIGA ORTIZ, MARÍA DEL CARMEN**

Identificado con DNI. N° 73052021, con Código de Alumno N° 2009174288 perteneciente a la Facultad de Medicina Humana y Ciencias de la Salud, de la **Escuela Profesional de Estomatología**, quien culminó sus estudios académicos en nuestra Casa Superior.

Se extiende la presente Carta al interesado para el desarrollo de su investigación en vuestra institución.

Arequipa, 04 de octubre del 2018

  
Dr. Segundo García Rodríguez  
DIRECTOR GENERAL (e)

CC:  
Archivo  
SGR/kzac.

 ComunidadUAP.Oficial  
 Av. San Felipe 1109 Jesús María  
 (01) 266 0195 Anexos 127 / 153

[www.uap.edu.pe](http://www.uap.edu.pe)

## ANEXO N° 5: MATRIZ DE DATOS



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

INFORME DE ENSAYO N°	IE-0116-2018	EDICION N° 1	Página 1 de 2
<b>ENSAYO DE DUREZA MICROVICKERS EN RESINAS COMPUESTAS</b>			
TESIS	" MICRODUREZA DE RESINAS COMPUESTAS EN RELACION A LA EFICIENCIA DE FOTOPOLIMERIZACION DELAMPARAS LEDDE LA CLINICA ESTOMATOLOGICA DE LA UNVERSIDAD ALAS PERUANAS"		
DATOS DEL SOLITANTE			
NOMBRE Y APELLIDOS	María del Carmen Zuñiga Ortiz		
DNI	73052024		
DIRECCIÓN	Adepa J 17 Urb la Esperanza		
DISTRITO	Jose Luis Bustamante y Rivero		
EQUIPOS UTILIZADOS			
INSTRUMENTO	Microdurómetro Vickers – Marca LG – HV-1000		
APROXIMACIÓN	1 µm - 40X		
RECEPCION DE MUESTRAS			
FECHA DE INGRESO	13	Octubre	2018
LUGAR DE ENSAYO	Jr. Las Sensitivas Mz D Lt 6 Urb. Los jardines S.JL		
CANTIDAD	3 Grupos		
DESCRIPCIÓN	Muestras de cilindro de resinas compuestas Z350 XT 3M		
IDENTIFICACIÓN	Grupo 1	Lámpara LED Woodpecker Modelo LED B	
	Grupo 2	Lámpara LED Woodpecker Modelo LED C	
	Grupo 3	Lámpara LED Woodpecker Modelo LED H	
REPORTE DE RESULTADOS			
FECHA DE EMISION DE INFORME	17	Octubre	2018

INFORME DE ENSAYO N°		IE-0116-2018	EDICION N° 1	Página 2 de 2	
<b>RESULTADOS GENERADOS</b>					
<b>Grupo 1</b>		Lámpara LED Woodpecker Modelo LED B			
Espécimen	Carga de ensayo g (N)	Hv Kg/mm <sup>2</sup>	Hv Kg/mm <sup>2</sup>	Hv Kg/mm <sup>2</sup>	Promedio Hv Kg/mm <sup>2</sup>
400mw/cm2	100 (0.98066)	62.5	64.2	63.8	63.5
400mw/cm2		58.8	64.5	60.8	60.7
800mw/cm2		55.6	58.5	57.6	56.6
400mw/cm2		62.7	61.8	60.3	61.6
800mw/cm2		69.2	69.9	67.3	68.8
<b>Grupo 2</b>		Lámpara LED Woodpecker Modelo LED C			
Espécimen	Carga de ensayo g (N)	Hv Kg/mm <sup>2</sup>	Hv Kg/mm <sup>2</sup>	Hv Kg/mm <sup>2</sup>	Promedio Hv Kg/mm <sup>2</sup>
600mw/cm2	100 (0.98066)	66.6	67.9	66.3	66.9
800mw/cm2		59.6	58.8	57.6	58.0
1000mw/cm2		74.1	59	72.5	68.5
400mw/cm2		68.5	56.5	59.6	61.5
700mw/cm2		60.2	57	58.3	58.5
<b>Grupo 3</b>		Lámpara LED Woodpecker Modelo LED H			
Espécimen	Carga de ensayo g (N)	Hv Kg/mm <sup>2</sup>	Hv Kg/mm <sup>2</sup>	Hv Kg/mm <sup>2</sup>	Promedio Hv Kg/mm <sup>2</sup>
1000mw/cm2	100 (0.98066)	75.6	79	78.2	77.6
700mw/cm2		79.5	65.9	65.9	70.4
800mw/cm2		70	75.6	73.2	72.9
900mw/cm2		65	71.5	68.3	68.3
600mw/cm2		63.5	65.5	66.3	65.1
<b>CONDICIONES AMBIENTALES</b>					
TEMPERATURA : 20 °C HUMEDAD RELATIVA : 68 %					
<b>VALIDÉZ DE INFORME</b>					
VÁLIDO SOLO PARA LA MUESTRA Y CONDICIONES INDICADAS EN EL INFORME					

INFORME DE ENSAYO N°	IE-0118-2018	EDICION N° 1	Página 1 de 2
<b>ENSAYO DE DUREZA MICROVICKERS EN RESINAS COMPUESTAS</b>			
<b>TESIS</b>	" MICRODUREZA DE RESINAS COMPUESTAS EN RELACION A LA EFICIENCIA DE FOTOPOLIMERIZACION DELAMPARAS LEDDE LA CLINICA ESTOMATOLOGICA DE LA UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS"		
<b>DATOS DEL SOLITANTE</b>			
<b>NOMBRE Y APELLIDOS</b>	María del Carmen Zuñiga Ortiz		
<b>DNI</b>	73052024		
<b>DIRECCIÓN</b>	Adepa J 17 Urb la Esperanza		
<b>DISTRITO</b>	Jose Luis Bustamante y Rivero		
<b>EQUIPOS UTILIZADOS</b>			
<b>INSTRUMENTO</b>	Microdurómetro Vickers – Marca LG – HV-1000		
<b>APROXIMACIÓN</b>	1 µm - 40X		
<b>RECEPCION DE MUESTRAS</b>			
<b>FECHA DE INGRESO</b>	20	Octubre	2018
<b>LUGAR DE ENSAYO</b>	Jr. Las Sensitivas Mz D Lt 6 Urb. Los jardines SJL		
<b>CANTIDAD</b>	3 Grupos		
<b>DESCRIPCIÓN</b>	Muestras de cilindro de resinas compuestas Z350 XT 3M		
<b>IDENTIFICACIÓN</b>	Grupo 1	Lámpara LED Woodpecker Modelo LED B	
	Grupo 2	Lámpara LED Woodpecker Modelo LED C	
	Grupo 3	Lámpara LED Woodpecker Modelo LED H	
<b>REPORTE DE RESULTADOS</b>			
<b>FECHA DE EMISION DE INFORME</b>	23	Octubre	2018

INFORME DE ENSAYO N°		IE-0118-2018	EDICION N° 1	Página 2 de 2	
<b>RESULTADOS GENERADOS</b>					
<b>Grupo 1</b>		<b>Lámpara LED Woodpecker Modelo LED B</b>			
Espécimen	Carga de ensayo g (N)	Hv Kg/mm <sup>2</sup>	Hv Kg/mm <sup>2</sup>	Hv Kg/mm <sup>2</sup>	Promedio Hv Kg/mm <sup>2</sup>
400mw/cm2LED 1	100 (0.98086)	72.1	62.9	63.3	66.1
400mw/cm2LED 2		55.8	56.8	57.3	56.6
800mw/cm2LED 1		69.6	63.7	64.2	65.8
400mw/cm2LED 3		62.5	63.3	72.2	64.8
800mw/cm2LED 2		71.2	63.3	72.2	68.9
<b>Grupo 2</b>		<b>Lámpara LED Woodpecker Modelo LED C</b>			
Espécimen	Carga de ensayo g (N)	Hv Kg/mm <sup>2</sup>	Hv Kg/mm <sup>2</sup>	Hv Kg/mm <sup>2</sup>	Promedio Hv Kg/mm <sup>2</sup>
600mw/cm2	100 (0.98086)	76.4	66.8	71.2	71.5
800mw/cm2		74.6	74.6	73.2	67.0
1000mw/cm2		65.2	68.6	67.3	67.0
400mw/cm2		70.0	78.4	71.3	73.2
700mw/cm2		70.5	70.7	69.6	70.3
<b>Grupo 3</b>		<b>Lámpara LED Woodpecker Modelo LED H</b>			
Espécimen	Carga de ensayo g (N)	Hv Kg/mm <sup>2</sup>	Hv Kg/mm <sup>2</sup>	Hv Kg/mm <sup>2</sup>	Promedio Hv Kg/mm <sup>2</sup>
1000mw/cm2	100 (0.98086)	83.8	79	74.5	79.1
700mw/cm2		65	57.2	64.3	62.2
800mw/cm2		82.1	87.7	75.3	81.7
900mw/cm2		68.1	74	72.5	71.5
600mw/cm2		79.8	75.6	74.3	76.6
<b>CONDICIONES AMBIENTALES</b>					
TEMPERATURA : 21 °C HUMEDAD RELATIVA : 75 %					
<b>VALIDÉZ DE INFORME</b>					
VÁLIDO SOLO PARA LA MUESTRA Y CONDICIONES INDICADAS EN EL INFORME					