



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

EVALUACIÓN DE LA INTENSIDAD DE LUZ Y TEMPERATURA DE LAS LÁMPARAS HALÓGENAS DE LA FACULTAD DE ODONTOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD DE LAS AMÉRICAS, DESPUÉS DE LA JORNADA DE TRABAJO.

Autor

Daniel Ricardo Soto Torres

Año  
2017



**Evaluación de la intensidad de luz y temperatura de las lámparas halógenas de la Facultad de Odontología de la Universidad de las Américas, después de la jornada de trabajo.**

**PROFESOR GUÍA:**

**Dra. Virginia Magdalena Vizcarra Chiriboga**

**ALUMNO:**

**Daniel Soto**

## **DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA**

“Declaro haber dirigido este trabajo a través de reuniones periódicas con el estudiante, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”

---

Dra. Virginia Vizcarra  
Doctora en Rehabilitación Oral  
C.C.171089503-4

## **DECLARACIÓN DEL PROFESOR CORRECTOR**

“Declaro haber revisado este trabajo, dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”.

---

Dra. Rocío Coral  
Doctora en Rehabilitación Oral  
0401149117

## **DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE**

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

---

Daniel Ricardo Soto Torres  
C.C.140055098-2

## **DEDICATORIA**

A Dios, por darme la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A mis padres, por ser mis pilares y guías durante todo mi trayecto estudiantil y por haberme formado con buenos sentimientos, hábitos y valores.

**Daniel Soto**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco especialmente a mis padres y hermanos quienes me han demostrado su amor corrigiendo mis faltas y celebrando mis triunfos siendo así mi mayor fortaleza brindándome su apoyo incondicional para enfrentar con responsabilidad los desafíos de mi vida

## RESUMEN

Las técnicas adhesivas son uno de los factores más importantes en la odontología actual. Para ser ejecutado de manera correcta este proceso necesita una serie de parámetros. Las lámparas halógenas son las encargadas a realizar la fotoiniciación en la odontología adhesiva. Por esta razón se decidió realizar este estudio el cual consiste en analizar las lámparas de luz halógena, en el que se demuestre los elementos que garantizan que funcionen de manera correcta, además ya que trabajos en tejidos orgánicos es de suma relevancia saber si este factor temperatura sobrepasa los niveles estándares causando muerte pulpar

Se analizaron 25 lámparas halógenas de la clínica Odontología de la Universidad de las Américas luego de la jornada laboral. El estudio fue realizado con la ayuda de un radiómetro para determinar la intensidad de la luz y un termómetro digital para la temperatura

Utilizando dichos artefactos junto con los datos estadísticos, se estableció una media aritmética en relación a la desviación estándar de la muestra obtenida, con el propósito de determinar el rango de intensidad y temperatura de las lámparas de luz halógena de la Universidad de las Américas después de la jornada laboral.

En los resultados se pudo constatar que la mayoría de las lámparas halógenas de la clínica docente se encontraban en óptimas condiciones

A lo que refiere con el otro factor intensidad de la luz el 44% está por encima de los estándares que proponen los autores, el 42% se encuentran en el rango de medidas adecuadas y el 14% están por debajo, no cumplen con los estándares óptimos.

Palabras Claves: Temperatura, Intensidad de la luz, Lámparas halógenas.

## ABSTRAC

Adhesive techniques are one of the most important factors in today's dentistry. To be executed correctly this process needs a series of parameters. Halogen lamps are responsible for ionization in adhesive dentistry. For this reason, it was decided to carry out this study, which consists of analyzing halogen lamps, demonstrating the elements that guarantee that halogen lamps work correctly. These are the intensity of light and the temperate, both are Fundamental factors for the photopolymerization of restorative materials, in addition since works in organic tissues is of supreme importance to know if this temperature factor exceeds the standard levels causing irreparable pulpar death.

Twenty-five halogen lamps were analyzed at the Dentistry clinic of the University of the Americas after the working day. The study was performed with the help of a lux meter to determine the intensity of light and a digital thermometer for temperature

Using these artifacts and the statistical data of the sample, an arithmetic mean was determined in relation to the standard deviation of the obtained sample, with the objective of establishing the intensity and temperature range of halogen light lamps of the University of the Americas after Of the working day.

In the results it was possible to verify that the temperatures of the halogen lamps of the teaching clinic were in optimal conditions

Regarding the other light intensity factor, 44% is above the standards proposed by the authors, 42% are in the range of adequate measures and 14% are below, they do not meet the optimum standards.

Keywords: Temperature, Intensity of light, Halogen lamps.

## INDICE

1. CAPÍTULO I. ASPECTOS INTRODUCTORIOS .....	1
1.1 Planteamiento del problema .....	1
1.2 Justificación .....	2
2. CAPITULO II. MARCO CONCEPTUAL .....	3
2.1 Fotopolimerización .....	3
2.1.1 Los factores que intervienen en el proceso de fotopolimerización.....	5
2.1.2 Parámetros a evaluar para determinar la eficacia de la polimerización (ZAMBRANO L. ,2009). .....	7
2.1.3 Tipos de fotopolimerización .....	7
2.1.4 Tipos de Fuentes Lumínicas .....	7
2.2 Lámpara de luz halógena .....	11
2.2.1 Elementos Principales (REVIEJO, 2012).....	12
2.2.2 Intensidad de la luz rangos de fotopolimerizacion .....	13
2.2.3 Haz de Luz.....	14
2.2.4. Temperatura .....	16
2.4.1.1. Ley de Wien.....	17
2.4.1.2. Termómetro .....	18
3. CAPITULO III. OBJETIVOS .....	21
3.1 Objetivo general.....	21
3.2 Objetivos específicos.....	21
3.3 Hipótesis:.....	21
4. CAPITULO IV. METODOLOGIA DE LA PLANIFICACION.....	22
4.1 Universo de la muestra .....	22
4.2 Criterios de inclusión. ....	22
4.3 Criterios de exclusión. ....	22
4.4 Descripción del método de estudio. ....	23

5. CAPÍTULO V. RESULTADOS.....	24
5.1 Análisis de los resultados .....	24
5.2 Lámparas halógenas de la clínica.....	24
5.2.1 Medición de la intensidad de luz.....	24
5.2.2 Medición de la temperatura .....	26
6. CAPÍTULO VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	30
6.1 Discusión.....	30
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	32
7.1 Conclusiones.....	32
7.2 Recomendaciones .....	32
REFERENCIAS .....	33
ANEXOS .....	37

## 1. CAPÍTULO I. ASPECTOS INTRODUCTORIOS

### 1.1 Planteamiento del problema

La fotopolimerización es muy importante para adquirir restauraciones de resina compuesta fuertes, estables y durables (Brosh, 2012). Para que la polimerización de una resina compuesta este en óptimas condiciones depende de la longitud de onda emitida, del tiempo de radiación y de la intensidad de la fuente de luz (Leonard,2011). Autores sugieren una intensidad de  $400\text{Mw}/\text{Cm}^2$  (400 milivat por centímetro cuadrado) como polimerización optima-estándar (Rueggeberg, 2009) con un tiempo de irradiación de 40 segundos.

Estudios indican que, si la pulpa se expone a temperaturas mayores a 46 grados centígrados, esta tendrá daños irreversibles (Kim, 2015). La temperatura que emanan las lámparas de luz halógena pueden alcanzar altos rangos de temperatura la cual pueden ocasionar al momento de fotocurar muerte pulpar (Kim, 2015).

A lo largo del tiempo, la intensidad de la lámpara de luz halógena decrece puesto que esta sufre un deterioramiento del filtro y filamento de foco por lo que, con el tiempo, la efectividad del uso de este instrumento o esta tecnología se va perdiendo (Arauzo, 2009).

Según López (2011) si algunos de estas variables poseen un funcionamiento inadecuado, el instrumental no completara la polimerización y como consecuencia puede ocasionar una falla grave en polimerización del material. Como se ha descrito, la lámpara de luz halógena posee características que son de gran utilidad y aplicables a diferentes tratamientos. Sin embargo, a través del tiempo este dispositivo manifiesta algunos defectos que impedirán su correcto funcionamiento; como son la intensidad de luz, el aumento de la temperatura, la integridad del filtro. Si alguno de estos parámetros llegara a fallar esto con lleva a que el dispositivo ya no se lo considere efectivo (Arauzo,2009).

## **1.2 Justificación**

Debido al uso constante de las lámparas halógenas en la clínica de la Universidad de las Américas, se realiza esta investigación para buscar normativas sobre las características, cuidados y mantenimiento que se debe dar a estos dispositivos, esto se debe a que son instrumentos de uso diario en la clínica de docentes. Las lámparas son utilizadas para la fotopolimerización de distintos materiales utilizados en el campo de la odontología en diversos tratamientos. Es por ello que el presente trabajo se enfoca en medir la efectividad de las lámparas de luz halógena de la Universidad de las Américas considerando los siguientes parámetros: intensidad de la luz, la temperatura de fotocurado después de la jornada laboral en la Clínica de docentes. Todas estas variables son fundamentales para el correcto funcionamiento de los dispositivos y así obtener los resultados más beneficiosos al momento de su uso y su aplicación en cualquier tratamiento. Se espera que este trabajo sea considerado como un aporte a la comunidad odontológica.

## 2. CAPITULO II. MARCO CONCEPTUAL

### 2.1 Fotopolimerización

La fotopolimerización es un término utilizado para describir el proceso en el que una sustancia, generalmente líquida, llamada monómero, cuyo peso molecular es bajo, es convertido mediante la aplicación de luz pasando a una fase sólida decir se convierte en sólido (polímero) (Zambrano, 2009).

Las reacciones de fotopolimerización se presentan comúnmente como parte de una tecnología verde caracterizada por bajos requerimientos energéticos y de entrada de energía eléctrica, operación a baja temperatura y liberación de compuestos orgánicos volátiles (Tehfe, 2013). Se basan en las reacciones químicas de las moléculas excitadas con luz como fuente de energía. En comparación con la polimerización convencional inducida térmicamente, la fotopolimerización tiene una serie de ventajas únicas, tales como bajo consumo de energía, baja contaminación ambiental, velocidad de polimerización rápida, baja temperatura de polimerización y amplia adaptabilidad. Por lo tanto, las tecnologías de fotopolimerización han sido ampliamente aplicadas en revestimientos, circuitos electrónicos, almacenamiento digital, células solares, máquinas de precisión 3D (Shao, 2014).

La fotopolimerización de radicales libres es sin duda la más popular en comparación con la fotopolimerización catiónica. Un sistema complejo de fotoiniciador contiene al menos un fotoiniciador (PI) y / o un fotosensibilizador (PS): fotoiniciador o fotosensibilizador tiene que absorber la luz (Fouassier, 2012). Al excitar, en fotopolimerización de radicales libres, el fotoiniciador se excita y genera un radical, ya sea directamente a través de la escisión o en presencia de un donante de electrones / hidrógeno. Cuando el fotosensibilizador se utiliza y se excita, la excitación tiene que pasar de fotoiniciador excitado a fotoiniciador por energía o transferencia de electrones:

se forma el mismo radical, o se crean nuevos radicales iónicos, respectivamente (Tehfe, 2013).

El desarrollo de reacciones de fotopolimerización hacia una tecnología verde se puede encontrar en cinco direcciones:

(1) buscar nuevos fotoiniciadores o fotosensibilizadores capaces de absorber las luces visibles que se pierden con frecuencia cuando se emplean lámparas convencionales de mercurio y sistemas fotoiniciadores complejos y / o desplazar el sistema hacia una exposición libre de UV (Dunn WJ, Bush AC 2012).

(2) el uso de diodos LED o de láser de alta intensidad desarrollados recientemente que operan en longitudes de onda UV / visible bien definidas evitando el uso de lámparas basadas en Hg y la presencia de longitudes de onda UV más energéticas (254, 313 nm). Hoy en día, en aplicaciones industriales, la tecnología LED permite que las matrices de alta densidad operen a 365 o 395 nm, junto con una baja generación de calor, bajo consumo de energía, bajo costo y bajo mantenimiento; El desarrollo de los arreglos de diodos láser asegura alta intensidad en irradiaciones monocromáticas desde la parte azul hasta la parte roja del espectro. (Keogh T, 2010).

(3) desarrollo de PIS para condiciones de irradiación blanda y uso de fuentes de baja intensidad de luz visible, por ejemplo, dispositivos domésticos: lámpara halógena, bombillas fluorescentes y bombillas LED.

(4) el uso de la luz solar, que es una fuente de energía barata e inagotable (pero fuertemente afectada por el clima y la ubicación) que podría ser de interés para aplicaciones al aire libre particulares (por ejemplo, para secado de pintura) y la posibilidad de curar piezas de gran tamaño o superficies sin necesidad de ningún dispositivo de irradiación (Unterbrink GL, Mussener R. 2009).

(5) búsqueda de productos naturales o monómeros renovables (los derivados del aceite vegetal presentan características atractivas, tales

como versatilidad, biodegradabilidad y bajo costo).

De manera general, las preguntas que deben ser resueltas para obtener una alta eficiencia de polimerización se refieren a los sistemas fotoiniciadores complejos y los monómeros de partida, así como su adaptación a las fuentes de luz disponibles (Tehfe, 2013).

### **2.1.1 Los factores que intervienen en el proceso de fotopolimerización**

La sustancia a restaurar y el haz de luz son los determinantes que intervienen en el proceso de fotopolimerización.

#### **A. El material**

- a) Tipo de fotoiniciador: Los fotoiniciadores son compuestos químicos utilizados para generar intermediarios de reacción después de la absorción de luz. En presencia de moléculas pequeñas específicas (monómeros líquidos) estos intermedios son responsables de la producción de sólidos a partir de líquidos (es decir, polimerización). Los fotoiniciadores tipo I producen productos intermedios reactivos directamente después de la absorción de la luz. Los fotoiniciadores de tipo II requieren un segundo compuesto, denominado co-iniciador, para producir tales compuestos intermedios. El fotoiniciador más utilizado es la canforoquinona. Después de la absorción de luz CQ se promueve a un excitado triplete estado que interactúa con un electrón o protón-donador de moléculas, como una amina terciaria, para generar radicales libres (Brandt, 2010). La pobre solubilidad de canforoquinona en agua restringe su utilización para reticulares polímeros para la formación de hidrogeles (Kamoun, 2016). Otros iniciadores de polimerización de las resinas compuestas son el 1-fenil-1,2 propandiona (PPD) que se activan entre 360-480nm<sup>1</sup> y

la lucerina entre 350 y 430 nm (Ábalos & Jiménez, 2010). El óxido de acilofosfina es un fotoiniciador el cual tiene gran acogida porque una vez concluida la fotopolimerización este pierde en su totalidad su color. La longitud de onda se encuentra en menor proporción de acuerdo a su rango de sensibilidad (Bluephase, 2010).

- b) Color: los colores que son más oscuros están compuestos por pigmentos más opacos, en este caso, el tiempo de fotopolimerización es mayor porque existe la necesidad de una mayor dispersión de la luz para completar el proceso. (Zambrano L., 2009).
- c) Grosor de la capa: el grosor máximo de la capa de cada composite deber ser de 2 mm, ya que, si existe un mayor grosor de la misma, habrá también mayor contracción de la polimerización. Esto ocasionará un despegamiento de la capa adhesiva con la correspondiente implicación clínica (Zambrano L., 2009).

**B. Haz de la luz (ZAMBRANO L.,2009).**

- a) Longitud de onda: deber tener un gran espectro, para que el profesional pueda trabajar utilizando cualquier material que tenga la característica de ser fotopolimerizable
- b) Distancia: *“pequeñas variaciones en la distancia entre el foco de luz y el material implican grandes pérdidas en la intensidad”* En conclusión el extremo de la luz debe estar muy cerca del material que va a ser fotocurado.
- c) Intensidad: la intensidad mínima que se debe aplicar es de 350 a 400 n/cm<sup>2</sup> y puede estar medida por un radiómetro
- d) Tiempo de exposición: Aunque existen materiales que se polimerizan en 20 segundos, es posible que por algún momento el profesional separe el dispositivo de la

superficie por lo que es recomendable mantenerlo por 40 segundos para asegurarse que la polimerización sea la correcta.

### **2.1.2 Parámetros a evaluar para determinar la eficacia de la polimerización (ZAMBRANO L. ,2009).**

- A. **Grado de conservación:** Este hace referencia al “*porcentaje de monómeros que se transforma en polímeros*”. Las lámparas que se utilizan en la actualidad logran un porcentaje del **80 al 85%**.
- B. **Contracción de polimerización:** Los materiales que contienen relleno inorgánico alcanzan valores entre 1,5 al 3,5% de contracción.
- C. **Propiedades mecánicas:** En este parámetro se consideran características como la dureza, la resistencia a la compresión, la flexión, y la tracción.

### **2.1.3 Tipos de fotopolimerización**

- A. **Continua:** Este tipo de fotopolimerización hace referencia al empleo de luz con intensidad sin variaciones en el tiempo que se realice la aplicación (Zambrano L., 2009).
- B. **Discontinua:** Trata de la variación de la intensidad de acuerdo a la función del tiempo. Las técnicas más utilizadas de este tipo de fotopolimerización de inicial y baja intensidad las cuales son las que mejoran la calidad de propiedades del composite. (Sánchez, 2009).

### **2.1.4 Tipos de Fuentes Lumínicas**

Existen cuatro diferentes lámparas de alta intensidad como fuente de polimerización.

**A. Lámparas de luz halógenas Convencionales**

Este tipo de lámpara genera la luz a partir de una bombilla halógena que alcanza unas intensidades de 400 a 700 nW/cm<sup>2</sup> (Rueggeberg F. 2009). La luz que estas lámparas emiten es de color blanco, por lo que es necesario la presencia de un filtro para que la luz azul pueda llegar a la punta de la lámpara (Rovira, 2009). Estas lámparas tienen la capacidad de polimerizar todos los materiales y es eficiente al respecto. Aunque estas poseen consecuencias negativas a lo largo del tiempo; como el deterioro de algunos elementos como el filtro. Además, la bombilla tiene una vida limitada (Mallat E., 2015.).

**B. Lámparas de luz halógenas Rápidas**

Este tipo de lámpara posee una bombilla con mayor potencia, la cual puede llegar a ser de 1600 nW/cm<sup>2</sup> (Hammesfarh, 2010). Estas lámparas rápidas son más costosas que las lámparas halógenas convencionales, pero son menos que las otras lámparas posteriormente descritas. Como su nombre lo dice, son más rápidas en el proceso de polimerización, pero por ello hay que alargar los tiempos a los que se debe exponer al material (Mallat E., 2015.).

**C. Lámparas de arco de plasma**

Ya en 1995 se sabía ciertamente que el uso del sistema incremental como técnica rectora en las restauraciones dentales era con el fin de disminuir la reacción de contracción de resinas compuestas, pero este aumentaba el tiempo de trabajo con los *composites*, por lo que se creó

la lámpara de plasma (*Xenon Arc Lamps Pac*). A demás con esta, se reduce el tiempo de aplicación de la lámpara y se obtiene una polimerización a un nivel más profundo (Andrade, 2009).

La ventaja principal, como se mencionó, es la rapidez con la que se logra la polimerización. Pero presenta algunas desventajas como el alto costo frente a otras lámparas. Además, no tiene la capacidad de polimerizar todos los materiales y presenta una baja densidad energética, en comparación a las lámparas convencionales, por lo que su profundidad de polimerización va a ser similar o menor que las de las lámparas convencionales y asimismo su, principal ventaja (la rapidez), se perdería (Mallat E., 2015.).

#### **D. Lámparas de láser**

Estas lámparas aparecen en el año 1986 diseñada por Charles W.Hull y poco antes del siglo XXI son sacadas al mercado para su venta. Dichas lamparas permitieron polimerizar los composites gracias a su nueva onda de longitud tecnológica, cabe recalcar que fue una tecnología de alto costo y que a su vez tenía una gran desventaja que era la contracción de polimerización muy elevada en dichos materiales (Chaple, 2016). Según Rovira (2009). este llega a longitudes de onda en un rango de 450-514 nm y esta alta intensidad provoca la reducción del tiempo de trabajo

Algunas de las ventajas que presentan estas lámparas son (Mallat E., 2015.):

- Luz emitida no pierde su intensidad si se aumenta la distancia entre la punta de la lampara y el material.
- La acción de polimerización es rápida y más eficiente

Por otro lado, también presenta algunas desventajas como (Mallat E., 2015.):

- Alto costo
- No polimerizan todos los materiales

#### E. Lámparas de diodos emisores de luz (LED)

#### **F.**

Las lámparas LED se encuentran constituidas por múltiples diodos que emiten cada uno una luz con una determinada intensidad. La luz presenta una longitud de onda entre 438 y 501 nm y la intensidad alcanzada llega a entre 136 y 350 nW/cm<sup>2</sup>. Las lámparas de LED, tienen una mayor duración de sus baterías, a comparación de las bombillas de las lámparas halógenas (Andrade, 2009).

La tecnología LED conoce un desarrollo tan rápido que es muy prometedor. Las capacidades avanzadas, la economía de funcionamiento y las ventajas medioambientales son los principales factores impulsores.

En el área de fotopolimerización, las características de los LED son: energía baja (la presencia de rayos UV es un inconveniente grave en el uso actual de las lámparas de Hg, muchas longitudes de onda de LED en la gama visible UV cercano para condiciones de uso más seguras para el operador ya están disponibles), Baja generación de calor (sin luz infrarroja), bajos costos de operación, poco mantenimiento, altas vidas, pequeñas máquinas compactas, manejo fácil y seguro, posible incorporación en robots programados que pueden mover la lámpara, distancia cercana al sustrato y óptica especial, registro, 100% de salida obtenida inmediatamente después del encendido, fácil control de intensidad, baja temperatura de trabajo, posible uso en aplicaciones que requieren condiciones de irradiación suave (por ejemplo, en medicina y odontología). Algunos inconvenientes se enumeran, entre ellos: disponibilidad aun limitada de formulaciones curables por LED, baja adherencia de las tintas UV / adhesivos curables por UV, requerimiento de sistemas de refrigeración por aire o agua para algunos de los

dispositivos. (Hoffmann, 2012). El desarrollo de LEDs de alta potencia UVA, así como LEDs UVC sabe un rápido progreso técnico que debe permitir nuevas capacidades de curado UV (Karlicek, 2014)

## 2.2 Lámpara de luz halógena

Este tipo de lámpara fue diseñada con el objetivo de endurecer ciertos materiales de obturación que no tiene ningún efecto negativo sobre la pieza dental (Pérez, 2013). Según Andrade (2009) para lograr el fotocurado de los materiales, estas lámparas poseen un filamento de cuarzo-tungsteno delgado, calentándose hasta alcanzar casi los 100° emitiendo energía calórica como radiación infrarroja. Pero cuando la temperatura esta entre 2000 y 3000 °C, se emite radiación en un espectro visible de luz. Cabe resaltar que el dispositivo posee un filtro, que permite el paso hacia el conductor de luz azul en un rango de 420-500 nm (Andrade, 2009). Esta luz emana cuando la corriente eléctrica circula por el filamento de tungsteno (Arauzo, 2009).

### Ventajas (Carrillo, 2010)

- Tecnología de bajo costo
- Almacenamiento de larga duración
- Energía eficiente
- Puede aplicarse en substratos con sensibilidad al calor
- Mínimo riesgo de efectos nocivos a pacientes y profesionales

### Desventajas (Carrillo, 2010)

- Baja eficiencia
- Corta vida de servicio
- Fácil degradación de los filtros y demás piezas del dispositivo
- Presencia de ventiladores acumulan polvo que delimitan la capacidad de enfriamiento

- Desperdicio del calor producido durante el amplio espectro de producción de luz

### 2.2.1 Elementos Principales (REVIEJO, 2012).

#### A. Bombillo, bulbo o lámpara propiamente dicha

Las bombillas halógenas de tungsteno son la fuente de energía de la polimerización. Esta puede proporcionar una intensidad de luz constante durante un tiempo prolongado. Sin embargo la intensidad de la salida si puede variar después de un tiempo.

#### B. Filtros

Los filtros cumplen su función con respecto al rango del color azul. A través de estos se absorben todas las longitudes de onda del espectro, excepto a la que corresponde a la de la luz azul. Además, absorbe toda la longitud de onda no deseada.

Los filtros están localizados entre la bombilla y la guía de luz con el objetivo de limitar la radiación de la salida.

#### C. Área de la boquilla o Terminal

Los terminales que tengan de 2 a 3 mm de diámetros son útiles para restauraciones indirectas como facetas, incrustaciones y coronas. Mientras que los que tienen 8 mm de diámetro son utilizados para restauraciones de rutina en anteriores y posteriores. Asimismo, los terminales, cuyo diámetro sea de 13 mm curvado son útiles para facetas, selladores de fisuras y grandes restauraciones posteriores. Existe una norma que explica que *“Si el diámetro del terminal es mayor que el de la apertura de la pistola, entonces el terminal probablemente no transmita la potencia máxima”*. Por lo tanto, se explica que los terminales que tengan mayor diámetro deben utilizarse con gran potencia para que se pueda garantizar una correcta polimerización.

#### D. Temporizador y señales acústicas

El temporizador controla los intervalos de tiempo de radiación luminosa. Esto ayuda a controlar el tiempo al que se debe exponer cada material dependiendo de la situación. Por otra parte, las señales acústicas indican el inicio, el intervalo de tiempo y el apagado de la lámpara.

**E. Cordón de transmisión de la luz**

Este cordón es el encargado de transmitir la energía desde la base de la lámpara hasta la pieza de mano.

**F. Sistema de refrigeración**

El sistema de refrigeración tiene como función el disipar el calor emitido por la bombilla para evitar que exista un sobrecalentamiento.

**G. Radiómetro incorporado**

A través de esta se puede realizar una evaluación continua de la potencia de la salida de la luz.

**H. Regulador de voltaje**

Este influye sobre la intensidad de la luz puesto que se dificulta mantener un voltaje constante ya que este es menor cuando existe una gran distancia hacia algún transformador.

**I. Radiómetro**

Con la ayuda de radiómetro se puede comprobar la intensidad lumínica ante de cada uso.

## **2.2.2 Intensidad de la luz rangos de fotopolimerización**

Las lámparas utilizadas en la clínica de la Universidad son instrumentos, de baja intensidad. Por esta razón, para que dichas lámparas actúen con una adecuada polimerización, la intensidad de salida deber ser de 300 a 500  $\text{mW}/\text{cm}^2$  (Carrillo & Monroy, Métodos de activación de la fotopolimerización, 2009). Por otra parte, estudios muestran que una intensidad mínima de  $300\text{mW}/\text{cm}^2$  es capaz de fotocurar gran cantidad de resinas compuestas, si esta se lo utiliza en el tiempo adecuado, más si poseen un rango menor al mencionado, entonces la lámpara no es capaz de fotopolimerizar una resina de 2 milímetros de profundidad durante 10 segundos. (López, Acebedo, Joya, & López, 2011). Además, los mismos sugieren que las lámparas de luz halógeno que se encuentran por debajo del rango de  $233\text{mW}/\text{cm}^2$  no endurecen adecuadamente los materiales utilizados para el tratamiento con un grosor de 3 milímetros (López, Acebedo, Joya, & López, 2011). La intensidad de la luz de las lámparas halógenas puede ser disminuida considerablemente por los siguientes factores: degradación del bombillo, caída del voltaje, fracturad del filtro, reflectores y filtros perforados. (López O. A., 2011)

Una óptima polimerización para un material compuesto (resina) depende principalmente de la longitud de onda emitida, del tiempo de radiación e intensidad de la fuente de luz. Autores han sugerido una intensidad mínima de  $400\text{mW}/\text{cm}^2$  a  $600\text{nW}/\text{cm}^2$  (400 nanowatt por  $\text{cm}^2$  a 600 nanowatt por  $\text{cm}^2$ ) para la polimerización estándar con un tiempo de irradiación de 20 a 30 segundos. (López O. A., 2011).

### **2.2.3 Haz de Luz**

Las lámparas de luz halógena emiten una luz visible de 400 a 500 nm y esta es producida a causa del calentamiento de filamentos de tungsteno a 2.727 grados centígrados (Warner, 2012).

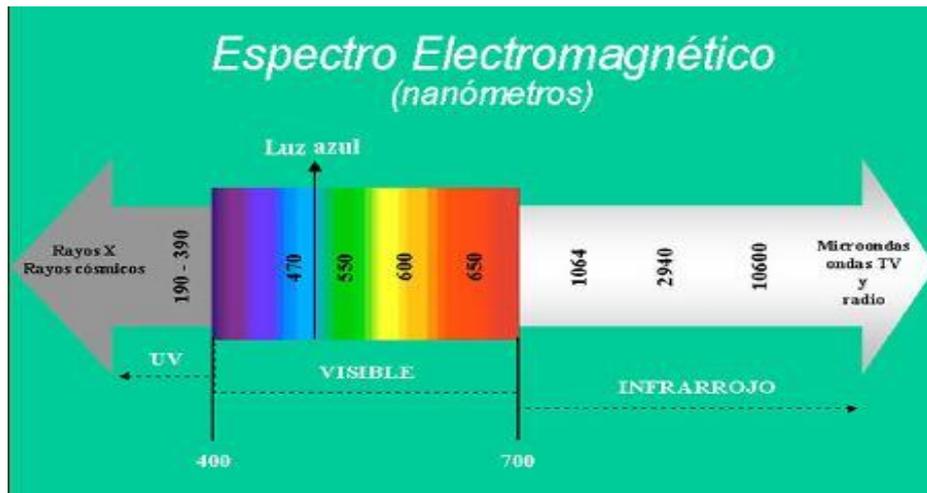


Figura 1. Espectro Electromagnético

Tomado de Cabanes

La luz que se genera pasa por dos filtros (Carrillo & Monroy, 2009):

- A.** Filtro de banda: espectro de luz blanca es disminuido a la longitud de onda azul es de 380 nm a 520 nm
- B.** Filtro infrarrojo: espectro infrarrojo reducido y el paso del calor a la punta de curado.

La luz generada es de color blanca, pero se requiere el filtro azul el cual aporta una mayor concentración de curado, debido a que la luz penetra a una capacidad máxima de 3 mm. Además, cuando el color de la resina es de color oscuro o en caso de que haya una estructura dental interfiriendo, el haz de luz penetra con una mayor limitación y así su capacidad de polimerización es menor. Es por ello que se recomienda que se aproxime el haz de luz a la estructura dental. El haz de luz se trasmite a través de cordones compuestos ya sea por gel o fibras que pueden alterarse y perjudicarse en su interior o en la punta de emisión; por lo que de esta manera se puede disminuir la capacidad de profundidad de curado con ciertos materiales como en la resina (Carrillo & Monroy, 2009).

Para obtener los resultados deseados es necesario de una energía lumínica de  $1.000 \text{ nW/cm}^2$  durante 20 segundos. Por otra parte, un aspecto importante del haz de luz es su intensidad, ya que es un factor determinante de la calidad de la polimerización del material y esta se mide en  $\text{mW/cm}^2$ . La *“intensidad mínima para considera que la mínima intensidad para polimerizar una capa de 2mm de grosor de composite debe ser de  $350\text{mW/cm}^2$ ”*. De manera específica, las lámparas halógenas emiten una luz de  $400\text{-}800\text{mW/cm}^2$ . La distancia es uno de los primeros factores que se involucran y relacionan con la intensidad de la luz existente entre el material y la guía de luz. Entre más alejado se encuentre, la intensidad disminuye (Mallat E. , 2015.).

Tabla 1. Relación distancia – Intensidad de luz

<b>Distancia (en mm)</b>	<b>Intensidad</b>
0	100%
2	76.5%
6	45.4%
12	24.7%

Tomado de Mallet E, s.f.

#### **2.2.4. Temperatura**

En las lámparas de luz halógena, la temperatura provocada es muy alta. Este rango de intensidad es necesario para producir el proceso de polimerización. Los productos dentales necesitan de una luz azul que es obtenida mediante la ayuda de un filtro. La temperatura mínima que la lámpara de luz halógena requiere para ello es de  $3000^\circ$  Kelvin (Gómez, 2008).

La temperatura de la cámara pulpar del diente (de  $34$  a  $35^\circ \text{C}$ ) puede ser influenciada por diferentes procedimientos dentales. Los aumentos de temperatura podrían deberse al uso de instrumentos de alta velocidad ya la

reacción exotérmica de materiales provisionales a base de resina o una reacción de polimerización de resina compuesta que podría dañar el tejido pulpar. La sensibilidad postoperatoria, el dolor o incluso la necrosis pulpar pueden representar la posible evolución adversa estrechamente relacionada con el calentamiento (Armellin, 2016).

Se ha sugerido que, si la pulpa se expone a temperaturas mayores a 46 grados centígrados, esta tendrá daños irreversibles (Ruano, 2008).

#### **2.4.1.1. Ley de Wien**

Todos los cuerpos que se encuentran a temperatura superior a la del cero emiten radiación y su emisión será mayor mientras más calientes se encuentran. Mientras mayor es la temperatura a la que se encuentra la superficie emisora, mayor es la energía radiada a cada longitud de onda (Gómez, 2008). En otras palabras, el punto pico de expresión en el espectro de una entidad negra es desplazado a longitudes de onda más pequeñas mientras que la temperatura aumenta y cuando alcanza sus niveles máximos. Esto quiere que también aumenta la energía radiada general y el pico de la curva de radiación de mueve hacia longitudes de ondas más (EcuRed, 2015). Como se muestra en el gráfico 1, en cierto momento empezará a emitir en radiación visible, en color rojo y si sigue aumentando la temperatura lo hará con longitudes más cortas y así a partir de cierto momento irán apareciendo colores del espectro en orden (rojo, verde, azul y violeta). Cuando la luz se produce por una fuente de calor, la temperatura de color es, aproximadamente, la temperatura de la fuente (Gómez, 2008).

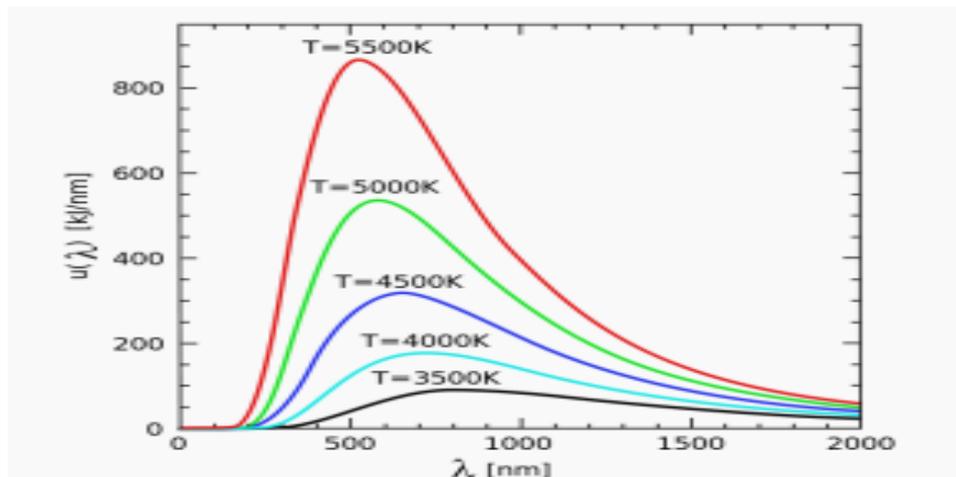


Figura 2. Ley de Wien

Tomado de EcuRed, 2015

### 2.4.1.2. Termómetro

Para la investigación, se utilizó un termómetro infrarrojo digital como instrumento para medir el haz de luz emitido por las lámparas de luz halógena. El rango de temperatura va desde  $-27\text{ }^{\circ}\text{F}$  hasta  $428\text{ }^{\circ}\text{F}$  o de  $-33\text{ }^{\circ}\text{C}$  hasta  $220\text{ }^{\circ}\text{C}$  (NTE Electronics Inc, 2016).

En el gráfico número tres se especifican las partes que conforman al termómetro y las cuales son necesarias para su utilización.

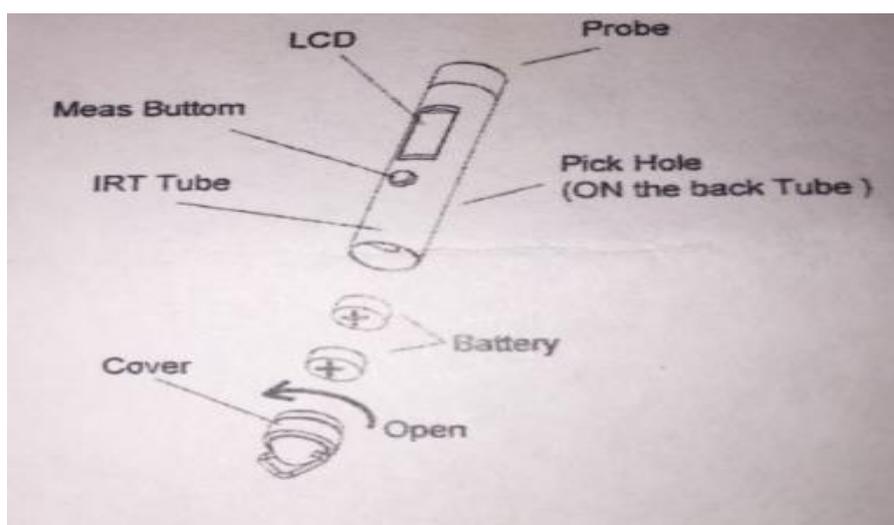


Figura 3. Partes del Termómetro Infrarrojo Digital  
Tomado de NTE Electronics Inc, 2016

Tabla 2. Especificaciones de las partes del termómetro infrarrojo digital

NÚMERO	NOMBRE EN INGLÉS	NOMBRE ESPAÑOL	EN
1	Probe	Lente	
2	LCD	Pantalla de Cristal Líquido	
3	Meas Buttom	Boton de Inicio	
4	Pick Hole	Cambio de temperatura	

Tomado de NTE Electronics Inc,

En la parte delantera se encuentra el lente por el cual se va a recepar la temperatura del objeto que se encuentre en estudio y la misma se reflejará en la pantalla de cristal líquido, pero para que este proceso ocurra, se debe oprimir el Botón de inicio o Meas Buttom. En la parte posterior, se encuentra la opción (Pick Hole) con la que se puede cambiar la temperatura de °C a °F.

A continuación, en el gráfico 4, se explica el sistema operativo o las instrucciones que se deben seguir con el objetivo de obtener de manera más precisa la temperatura del objeto en estudio.

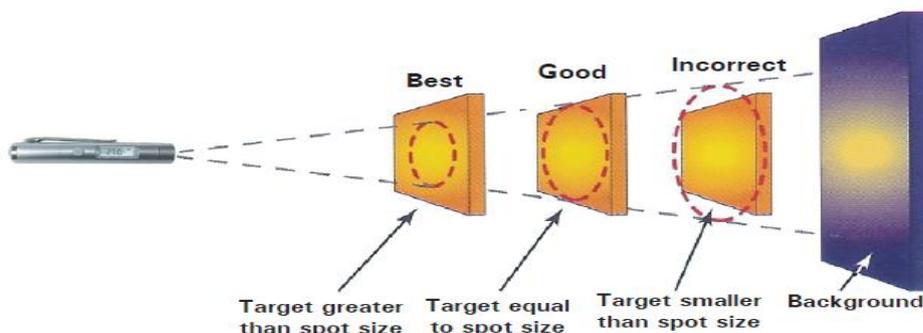


Figura 4. Relación entre el Tamaño del Objeto y el Campo de Visión del Termómetro

Tomado de NTE Electronics Inc, 2016

Para medir la temperatura, el objetivo deber ser mayor al campo de visión que tiene el termómetro pues si la situación es al revés, el termómetro y la temperatura reflejada en el mismo se verán afectada por diferentes cuerpos que se encuentre dentro del campo de visión (NTE Electronics Inc, 2016). Es

por ello que, el termómetro infrarrojo digital debe tener una línea de visión clara hacia su objeto de estudio y para ello se relaciona la distancia a la cual debe colocarse el instrumento con el diámetro del objetivo; es decir, para medir un punto con tamaño de 1 centímetro se debe poner el instrumento a 1 cm; a los 2 centímetros de distancia se puede medir un punto de 2 cm y así sucesivamente (Word Press , 2013).

### **3. CAPITULO III. OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo general**

- Evaluar la intensidad de luz y la temperatura de las lámparas halógenas de la Facultad de Odontología de la Universidad de las Américas después de la Jornada Laboral

#### **3.2 Objetivos específicos**

1. Identificar los rangos de temperatura que producen las lámparas de luz halógena después su uso.
2. Medir la intensidad de luz de la lámpara halógena después de la jornada de trabajo

#### **3.3 Hipótesis:**

Las lámparas de luz halógena de la Facultad de Odontología se encontrarán en condiciones aceptables luego de la jornada laboral.

#### **4. CAPITULO IV. METODOLOGIA DE LA PLANIFICACION**

La presente investigación es de tipo Observacional analítico con el fin de determinar si existe algún defecto en las lámparas de luz halógena utilizadas en la clínica después de la jornada laboral

##### **4.1 Universo de la muestra**

El universo estará constituido por 25 lámparas halógenas utilizadas en la clínica en la Universidad de las Américas.

Serán seleccionados individuos según los criterios de inclusión y exclusión.

##### **4.2 Criterios de inclusión.**

- Lámparas cuyo mantenimiento haya sido realizado en un tiempo prudente antes de realizar el estudio
- Lámparas que no presenten ningún tipo de falla en sus partes que las componen
- Todas las lámparas que no presenten ningún tipo de falla física (fisuras o fracturas)

##### **4.3 Criterios de exclusión.**

- Las lámparas que no funcionen
- Lámparas que presenten la fibra óptica rota desde su base
- Lámparas que el ventilador no funcione

#### 4.4 Descripción del método de estudio.

Para la medición de la temperatura se utilizará un termómetro digital:

- Paso 1: tomar las lámparas de luz halógena utilizadas en la clínica de la Universidad de las Américas después de la jornada laboral
- Paso 2: se verificará que el ambiente donde se realizará el análisis de dicha variable sea en una habitación iluminada con luz natural, con el objetivo de evitar que otro tipo de luz (lámparas con iluminación artificial) influya o altere en la toma de la temperatura.
- Paso 3: las lámparas serán colocadas en una base firme para que estas mantengan una estabilidad y con esta la punta del dispositivo quede hacia arriba con el fin de que la luz no esté en contacto con otra superficie.
- Paso 4: Se medirá la temperatura durante 40 segundos en cada una de las lámparas con la ayuda del radiómetro.
- Paso 5: Conversión de temperatura °F a °C
- Paso 6: Análisis de resultados obtenidos para verificar si la temperatura es la correcta.

Para la medición de la intensidad de la luz emitida por las lámparas de luz halógena se utilizará el radiómetro:

- Paso 1: El radiómetro será encendido y se lo dejará activo durante un minuto antes de tomar la medida de la intensidad para asegurar una completa efectividad.
- Paso 2: Para el análisis de esta variable se seguirán los parámetros descritos por diferentes autores

## **5. CAPÍTULO V. RESULTADOS**

### **5.1 Análisis de los resultados**

El presente estudio consta de una muestra de 25 lámparas utilizadas en la clínica de la Facultad de Odontología de la Universidad de las Américas y en función de los objetivos propuestos fue necesario medir la intensidad de luz y temperatura de las lámparas halógenas después de la jornada laboral.

Los datos obtenidos en el análisis de las lámparas fueron tabulados y sus resultados se presentan en las siguientes tablas y gráficos.

### **5.2 Lámparas halógenas de la clínica**

#### **5.2.1 Medición de la intensidad de luz**

Para el presente estudio la salida de intensidad de luz fue medida con un radiómetro, lo que indica el espectro en  $\text{NW}/\text{cm}^2$ . A continuación, se muestra los datos obtenidos en la tabla 3 y gráfico 5.

Tabla 3. Intensidad de la luz medida con radiómetro

Número de Lámpara	Intensidad de luz (nW/cm2)
Lámpara #1	400
Lámpara #2	600
Lámpara #3	700
Lámpara #4	500
Lámpara #5	600
Lámpara #6	600
Lámpara #7	300
Lámpara #8	900
Lámpara #9	400
Lámpara #10	600
Lámpara #11	900
Lámpara #12	400
Lámpara #13	600
Lámpara #14	400
Lámpara #15	600
Lámpara #16	200
Lámpara #17	700
Lámpara #18	900
Lámpara #19	900
Lámpara #20	600
Lámpara #21	600
Lámpara #22	900
Lámpara #23	700
Lámpara #24	300
Lámpara #25	400

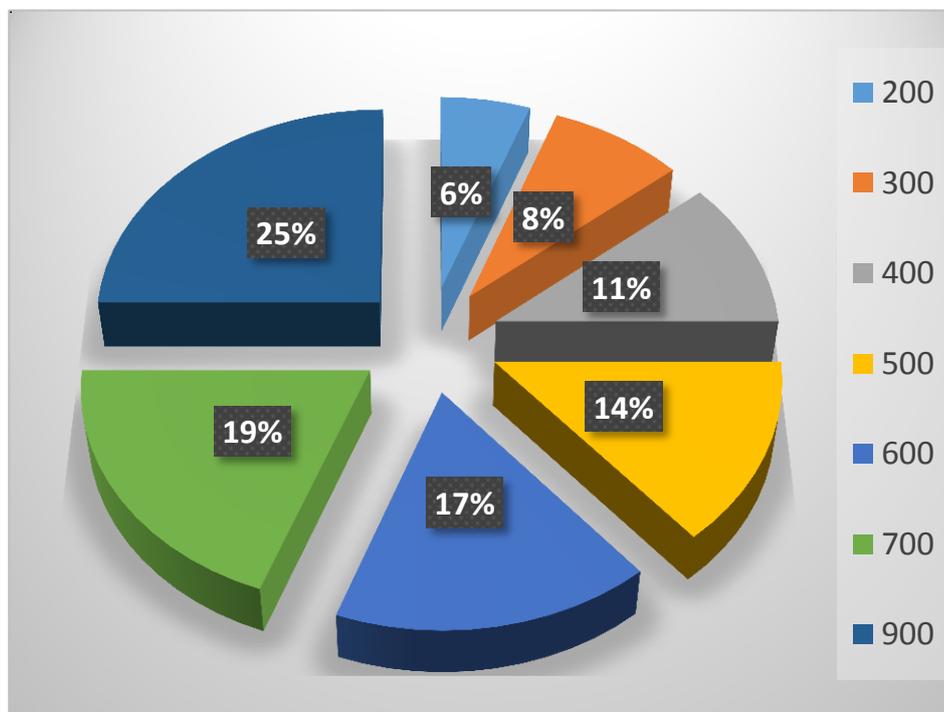


Figura 5. Porcentaje de la intensidad de la luz

Las lámparas utilizadas en la clínica de la Universidad son instrumentos clasificados de baja intensidad. Por esta razón, para que dichas lámparas, la intensidad mínima de salida debe ser de  $400\text{nW/cm}^2$  a  $600\text{nW/cm}^2$  (400 nanowatt por cm cuadrado a 600 nanowatt por cm cuadrado) para la polimerización estándar con un tiempo de irradiación de 20 a 30 segundos.

De dichas estadísticas, que corresponde al 100%, se puede observar que un 6% él tiene una intensidad de  $200\text{ nw/cm}^2$ , mientras que el 8% tiene  $300\text{ nw/cm}^2$ , el 11% indica  $400\text{ nw/cm}^2$  de intensidad, el 14%, y corresponden a  $500\text{ nw/cm}^2$ , el 17% indica  $600\text{ nw/cm}^2$ , el 19% corresponde  $700\text{ nw/cm}^2$  y el 19% indica una de intensidad de  $900\text{ nw/cm}^2$ . Lo que indica que el 42% del total se encuentran dentro del rango que proponen los autores, el 44% está por encima de lo estipulado y el 14% se encuentra por debajo.

### **5.2.2 Medición de la temperatura**

La temperatura fue medida con un termómetro digital a diferentes medidas que fueron 1cm, 2cm y 3cm realizando tres tomas en cada una de las medidas. Esto se lo realizó con el objetivo de determinar cómo interfiere la distancia en la temperatura, puesto que a mayor distancia se puede observar que existe menor temperatura y cuando la distancia es menor sucede lo contrario. Dichos datos se encuentran en la Tabla 4, 5 y 6. Posterior a ello se procedió a realizar un cálculo con el fin de establecer el promedio de temperatura de cada lámpara halógena para determinar si ocasionan o no daño palpar.

Tabla 4. Temperatura medido a 1 cm de distancia

Número Lámpara	TEMPERATURA			PROMEDIO
	TOMA 1	TOMA 2	TOMA 3	
Lámpara #1	22,4	21,4	23,2	22,33
Lámpara #2	20,4	21,3	22,8	21,50
Lámpara #3	22,9	21	21,7	21,87
Lámpara #4	22,8	22,2	24,5	23,17
Lámpara #5	21,7	21,6	24,7	22,67
Lámpara #6	22,8	22,6	20,9	22,10
Lámpara #7	21,5	22,5	22,6	22,20
Lámpara #8	25,9	24,3	22,4	24,20
Lámpara #9	24,9	23,8	22,9	23,87
Lámpara #10	27,9	25,5	26	26,47
Lámpara #11	24,4	23,5	23	23,63
Lámpara #12	24,5	23,6	23	23,70
Lámpara #13	24,4	23,5	24,4	24,10
Lámpara #14	23,4	23	22,9	23,10
Lámpara #15	24,8	23,7	23	23,83
Lámpara #16	22,4	22,4	22	22,27
Lámpara #17	24,6	23,6	23,7	23,97
Lámpara #18	23,4	23	23,4	23,27
Lámpara #19	23,2	22,8	22,4	22,80
Lámpara #20	23,7	23,1	23,5	23,43
Lámpara #21	23,4	23	23	23,13
Lámpara #22	26,9	24,9	25	25,60
Lámpara #23	28,2	25,6	26,1	26,63
Lámpara #24	21,3	21,8	21,5	21,53
Lámpara #25	22,9	22,7	22,7	22,77
<b>TOTAL</b>	<b>23,7</b>	<b>23</b>	<b>23,2</b>	<b>23,3</b>

Tabla 5. Temperatura medido a 2 cm de distancia

Número Lámpara	de	TEMPERATURA			PROMEDIO
		TOMA 1	TOMA 2	TOMA 3	
Lámpara #1		20,8	20,4	21	20,73
Lámpara #2		21,1	20	20,5	20,53
Lámpara #3		21,9	22,1	22	22,00
Lámpara #4		25,3	25,1	25	25,13
Lámpara #5		20,3	21,2	22,5	21,33
Lámpara #6		20,7	20,9	22,2	21,27
Lámpara #7		21,7	20,9	21	21,20
Lámpara #8		22,9	22,7	22	22,53
Lámpara #9		20,6	21,3	22,1	21,33
Lámpara #10		22	22,2	22,1	22,10
Lámpara #11		21,3	21,8	21	21,37
Lámpara #12		21,8	22,1	22,4	22,10
Lámpara #13		22,3	22,3	22,1	22,23
Lámpara #14		22	22,2	22,7	22,30
Lámpara #15		22,3	22,3	23	22,53
Lámpara #16		21,2	21,7	22,1	21,67
Lámpara #17		23,3	22,9	22,2	22,80
Lámpara #18		21,3	21,8	21,4	21,50
Lámpara #19		20,1	21,3	20,9	20,77
Lámpara #20		21,6	22	22	21,87
Lámpara #21		21,8	21,3	21,3	21,47
Lámpara #22		23,8	23,2	23,5	23,50
Lámpara #23		23,6	23,1	23,1	23,27
Lámpara #24		21,8	21	21,4	21,40
Lámpara #25		22,3	22,3	22,9	22,50
<b>TOTAL</b>		<b>21,9</b>	<b>21,9</b>	<b>22</b>	<b>21,8</b>

Tabla 6. Temperatura medido a 3 cm de distancia

Número de Lámpara	TEMPERATURA			PROMEDIO
	TOMA 1	TOMA 2	TOMA 3	
Lámpara #1	20,3	20,1	20,2	20,20
Lámpara #2	26,1	26,7	26,7	26,50
Lámpara #3	27,1	26,6	26,9	26,87
Lámpara #4	27,8	27,6	27,8	27,73
Lámpara #5	21,6	20,8	20,5	20,97
Lámpara #6	20	20,5	20,5	20,33
Lámpara #7	20,9	20,5	20,1	20,50
Lámpara #8	21,6	22	22,6	22,07
Lámpara #9	20,6	20,8	20,3	20,57
Lámpara #10	21	21,6	21,4	21,33
Lámpara #11	21,4	21,3	21,6	21,43
Lámpara #12	21,4	21,3	21,9	21,53
Lámpara #13	21,9	21,6	21	21,50
Lámpara #14	21,6	21,4	21	21,33
Lámpara #15	21,9	21,6	22,1	21,87
Lámpara #16	21	21,6	22,3	21,63
Lámpara #17	21,4	21,6	21	21,33
Lámpara #18	20,6	21,4	21,3	21,10
Lámpara #19	21	21,1	21,1	21,07
Lámpara #20	21,2	21,6	21,3	21,37
Lámpara #21	20,8	21,5	21,4	21,23
Lámpara #22	21,8	22,1	22	21,97
Lámpara #23	71,4	21,8	21,6	38,27
Lámpara #24	20,9	20,5	21	20,80
Lámpara #25	21,1	21,7	22	21,60
<b>TOTAL</b>	<b>23,8</b>	<b>21,9</b>	<b>21,9</b>	<b>22,6</b>

En las tablas 4,5 y 6 se muestran temperatura o calor que emanan las lámparas de luz halógena. En estas se puede observar que 100% (25 lámparas) se encuentra en el rango de calor de dichas lámparas va desde los 20 grados hasta los 28.2 grados centígrados y todas las lámparas poseen diferente temperatura dentro del rango señalado.

Autores como Seltzer y Bender sugieren que, si la pulpa se expone a temperaturas mayores a 46 grados centígrados, esta tendrá daños irreversibles (Ruano, 2005). Dentro de esta investigación se puede observar que ninguna de las lámparas sobrepasa esta temperatura, por lo que ninguna de ellas afecciones pulpares.

## 6. CAPÍTULO VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### 6.1 Discusión

Para que las lámparas de luz halógenas funcionen de manera correcta, es necesario que variables como la temperatura, la intensidad de la luz y la fibra óptica se encuentren de manera íntegra y sin ningún tipo de daño.

La temperatura incide directamente en la pérdida de vitalidad de la pulpa. Autores como Seltzer y Bender sugieren que, si la pulpa se expone a temperaturas mayores a 46 grados centígrados, esta tendrá daños irreversibles (Ruano, 2005). Dentro de esta investigación, se puede observar que los datos referentes a las lámparas utilizadas en la clínica, el rango de calor va desde los 20 grados hasta los 28,2 grados y todas las lámparas poseen diferente temperatura dentro del rango señalado y es por ello que todas las lámparas se encuentran dentro de la distribución normal de la muestra y ninguna de ellas sobrepasa esta temperatura. De esta manera ninguna de ellas causa afecciones pulpares.

Las lámparas utilizadas en la Universidad son instrumentos baja intensidad, es decir que estas que se encuentran clasificadas en las de alta intensidad y las de baja. Por esta razón, de acuerdo a (López O. A., 2011) para que dichas lámparas, realicen la adecuada polimerización la intensidad mínima de salida debe ser de  $400\text{nW/cm}^2$  a  $600\text{nW/cm}^2$  (400 nanowatt por cm cuadrado a 600 nanowatt por cm cuadrado) para la polimerización estándar con un tiempo de irradiación de 20 a 30 segundos.

Dentro de la clínica el 42% del total de las lámparas se encuentran dentro del rango que proponen los autores, el 44% está por encima de lo estipulado y el 14% está por debajo.

Cuando una lámpara de luz halógena posee una intensidad menor al rango esperado significa que esta no fotocura lo suficiente el material y cuando esta

se encuentra por encima de los valores normales significa que contrae el material con el que se está trabajando.

En nuestro estudio el 86% de las lámparas utilizadas en la clínica de la Facultad de Odontología poseen un rango mayor a 233 y 300  $\text{nw}/\text{cm}^2$  mientras que el 14% restante no se encuentran en óptimas condiciones. Comparando con lo que los autores indican, nuestras lámparas no cumplirían con el rango de fotopolimerización. Cabe recalcar que las mediciones de mi estudio se realizaron al culminar la jornada laboral.

## **7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **7.1 Conclusiones**

La hipótesis de la investigación que se planteó fue que las lámparas de luz halógena de la clínica de la Facultad de Odontología después de la jornada laboral se encuentran en óptimas condiciones. Esta hipótesis se cumple de manera parcial y esta afirmación se encuentra respaldada por las siguientes ideas

Todas las lámparas se encuentran en el rango de la temperatura estipulada por los autores.

Tres de todas las lámparas que se encuentran en funcionamiento, no poseen el rango mínimo de intensidad de luz lo que significa que este si fotocuran de manera correcta los materiales utilizados.

### **7.2 Recomendaciones**

Una vez finalizado el estudio se recomienda:

Cambiar las fibras ópticas por unas nuevas cuando estas se han sufrido algún tipo de daño o fisura.

Cambiar las lámparas que se encuentran en mal funcionamiento, por instrumentos nuevos.

Tener un control periódico de la intensidad de luz que emanan las lámparas.

Realizar normativas sobre las características, cuidados y mantenimiento que se debe dar a estos dispositivos.

## REFERENCIAS

- Ábalos, C. (2010). Comportamiento de la intensidad de la luz de las lámparas halógenas y LED a través de la resina compuesta. *Revista Dantum*, 5 (3),102-106.
- Andrade, D. (2009). *Evaluación de la resistencia flexural de la resina filtex P60 sometida a polimerización a través de diferentes lámparas de fotocurado*. *Revista Colombiana de Investigación en Odontología*, 4(2), 100-109.
- Arauzo, C. (2009). *Intensidad de la Potencia luminica producida por las lámparas halógenas de fotopolimerización usados en consultorios dentales particulares, dedistritos representantitvos del departamento de Lima*. *Vision Dental* 4(7),80 - 85.
- Armellin, E. B. (2016). LED Curing Lights and Temperature Changes in Different Tooth Sites. *BioMed Research International*, 6(4): 102-104.
- Bluephase. (2010). Documentación científica. *Perfil técnico del producto Bluephase*. 13(1), 23-28.
- Brandt, W. (2010). Effect of different photo-initiators and light curing units on degree of conversion of composites. *Brazilian Oral Res*, 24(8), 263–270. doi:10.1590/S1806-83242010000300002
- Brosh, T. (2011) *The influence of surface loading and irradiation time during curing on mechanical properties of a composite*. *J Prosthet Dent* 2011; 77(6), 573-577.
- Cabanes, G. (2014). *Fuentes lumínicas para la fotoactivación en Odontología*. *Revista Dantum*, 4(6), 90-95.
- Carrillo, C. (2010). Métodos de activación de la fotopolimerización. *Revista ADM*. 2 (5), 25-28.
- Centro Odontológico Iparraguirre. (2015). *Curación con luz halógena*. *Rev Dent* 2 (7), 40-43.
- Chaple Gil. (2016). Evolución histórica de las lámparas de fotopolimerización. *Revista Habanera de Ciencias Médicas*, 15(1), 30-37

- Dunn, WJ. (2012) A comparison of polymerization by light-emitting diode and halogen-based light-curing units. *J. Am. Dent. Assoc.*; 133(3), 335- 341.
- Fouassier, J. L. (2012). *Photoinitiators for Polymer Synthesis: Scope, Reactivity and Efficiency*. Weinheim, Germany: Wiley VCH. 2 (6), 24-26.
- Friedman, J. (2009). Comparison study of visible curing lights and hardness of light-cured restorative materials. *J Prosthet Dent* ;52(4), 504-508
- Fuentes, R. (2012). *Importancia de la técnica incremental en las restauraciones adhesivas realizadas en la clínica de internado de la Facultad Piloto de Odontología*. 2. 45 -47
- Gómez, E. (2008). *Guía Básica de conceptos de Radiometría y Fotometría*. *Rev Dent*; 3(5), 25-27.
- Hammesfarh, PD. (2010). Light-curing technology: past, present and future. *Comp Cont Educ Dent*, 23(1): 18-24.
- Hoffmann, N. (2012). Effect of irradiation type (LED or QTH) on photo-activated composite shrinkage strain kinetics, temperature rise, and hardness. *Eur J Oral Sci*. 110(6),471-479.
- Kamoun, E. W. (2016). Carboxylated camphorquinone as visible-light photoinitiator for biomedical application: Synthesis, characterization, and application. *Arabian Journal of Chemistry*; 9(12): 745–754. doi: 10.1016/j.arabjc.2014.03.008
- Karlicek, B. (2014). *Proceedings of RadTech North America Conference*. *RadTech Report*;5(2): 190-197.
- Keogh, T. (2010). Light-initiated polymerization: light and dark of the new Techniques. *Odontostomatological*; 2(1): 29-37.
- Kim, RJ. (2015) *Real-Time Analysis of Temperature Changes in Composite Increments and Pulp Chamber during Photopolymerization*. *Biomed Res Int*.2015;2015:923808. doi: 10.1155/2015/923808.; Epub 2015 Oct 18.
- Lavin, S (2012). *In vitro* Quantification of Thermal Generation in Composite Subjected to Three Polishing Systems. *International journal of odontostomatology*, 6(3), 267-273. doi: 10.4067/S0718-381X2012000300004

- Leonard, DL. (2011). Determination of the minimum irradiance required for adequate polymerization of a hybrid and a microfill composite. *Oper Dent*, 26(2),176-80.
- López, O. (2011). Evaluación de la intensidad de salida de la luz de las lámparas de fotocurado de una clínica dental. *Revista Colombiana de Investigación en Odontología*;2(4), 24-32.
- Mallat, E. (2015). *Parámetros de interés de las lámparas de polimerizar*. *Rev Optical Dental*,2(5), 45-48.
- NTE Electronics Inc. (2016). *Digital Infrared Thermometer*. *Rev Dental Products* 2 (4) 34-35.
- Pérez, A. (2013). *Luz Halógena en la odontología*. *Revista Dental*, 2 34-35.
- Reviejo, M. (2012). *Eficacia de polimerización de una moderna lámpara halógena a través de la cerámica*. *Revista Colombiana de Investigación*, 2 (4), 34-36.
- Rovira, M. (2009). Light Curing Lamps. *Rev Oper Dent Endod* ,5(2), 25-29.
- Ruano, D. (2008). *Medición comparativa de la temperatura producida por cuatro diferentes lámparas de luz halógena, al pasar a través de diferentes grosores de dentina y esmalte*. *Revista Odontoestomatológica*, 3(3), 26-28.
- Rueggberg, FA. (2009). *Effect of light intensity and exposure duration on cure of resin composite*. *Oper Dent* 2009; 19 (1), 26-32.
- Sánchez, S. E. (2009). La fotopolimerización. *Revista Odontoestomatológica*,12 (10), 36-42.
- Shao, J. H. (2014). Visible light initiating systems for photopolymerization: status, development and challenges. *Polym. Chem*;5(8): 34-40. doi:10.1039/c4py00072b
- Tapia, R. (2010). *Cuantificación de la generación térmica en acrílicos de autopolimerización* . *Odontoestomatol*, 26 (2), 91-96.
- Tehfe, M. L. (2013). Photopolymerization Reactions: On the Way to a Green and Sustainable Chemistry. *Applied Sciences* 3 (6), 490-514; doi:10.3390/app3020490
- Unterbrink, GL. (2009) Influence of light intensity on two restorative systems. J

Dent, 23(3), 183-189.

Warner, M. (2012). *Principios de la Fotopolimerización*. *Rev Dendum*,2(4), 24-27.

Word Press. (2013). ECG DIT-205 Digital Infrared Thermometer. *Wordpress*; 2(2):17-19.

Zambrano. (2009). *Comparación del grado de penetración del haz de luz entre la lámpara halógena vs la lámpara de Emisión de diodos en bloques de resina*. *Revista Colombiana de Investigacion*;3(4) 23-25.

## **ANEXOS**

**IMAGEN 1**

Imagen 1. Lámpara #22 Toma de Temperatura con Termómetro Digital a 1cm  
Muestra Tomado por Daniel Ricardo Soto Torres

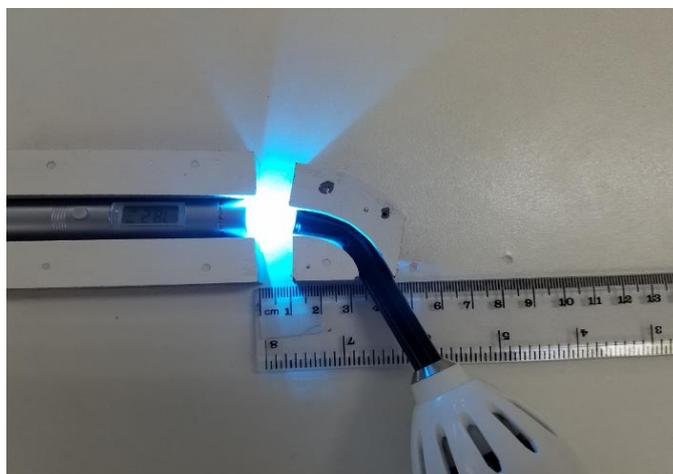
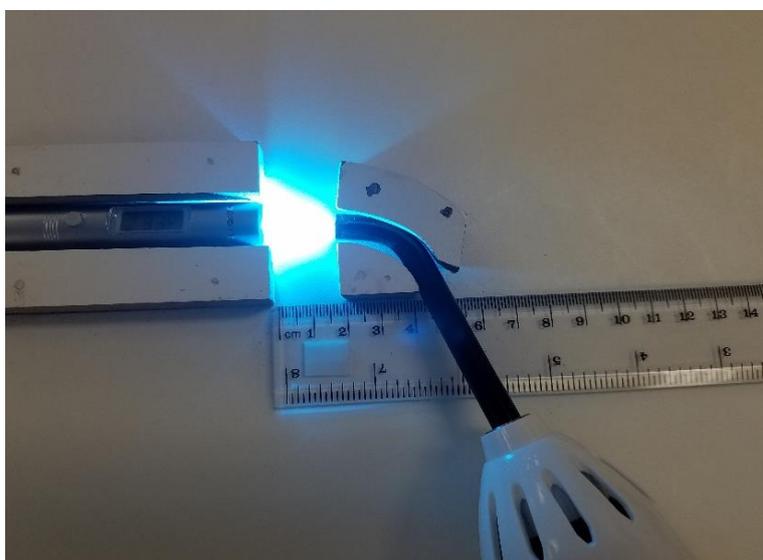
**IMAGEN 2**

Imagen 2. Lámpara #22 Toma de Temperatura con Termómetro Digital a 1cm  
Muestra Tomado por Daniel Ricardo Soto Torres

**IMAGEN 3**

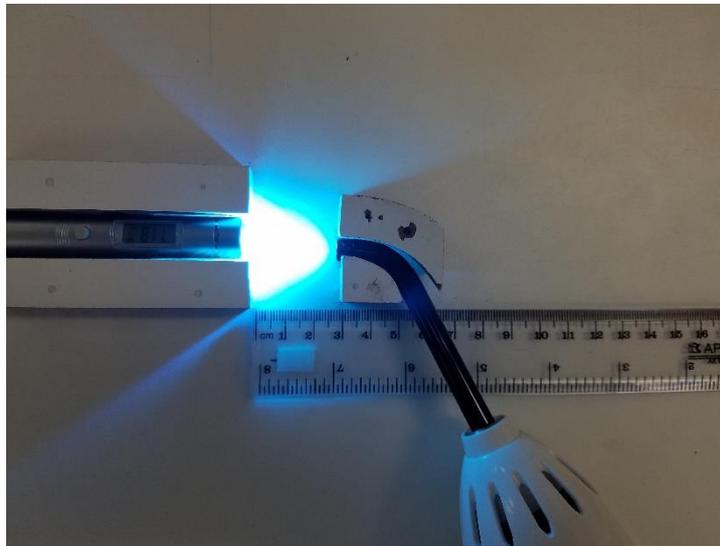
*Imagen 3 Lámpara # 22. Toma de Temperatura con Termómetro Digital a 2 cm  
Muestra Tomado por Daniel Ricardo Soto Torres*

**IMAGEN 4**

*Imagen 4 Lámpara # 22. Toma de Temperatura con Termómetro Digital a 2 cm  
Muestra Tomado por Daniel Ricardo Soto Torres*

**IMAGEN 5**

*Imagen 5. Lámpara #22 Toma de Temperatura con Termómetro Digital a 3 cm  
Muestra Tomado por Daniel Ricardo Soto Torres*

**IMAGEN 6**

*Imagen 6. Lámpara #22 Toma de Temperatura con Termómetro Digital a 3 cm  
Muestra Tomado por Daniel Ricardo Soto Torres*

**IMAGEN 7**

Imagen 7. Lámpara #22. Medición de la Intensidad de Luz con Radiómetro  
Muestra Tomado por Daniel Ricardo Soto Torres

