



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

EVALUACIÓN DE LA INTENSIDAD DE LUZ, TEMPERATURA E INTEGRIDAD DE LAS
LÁMPARAS HALÓGENAS DE LA FACULTAD DE ODONTOLOGÍA DE LA
UNIVERSIDAD DE LAS AMÉRICAS.

Trabajo de Titulación presentado en conformidad con los requisitos establecidos
para optar por el título de Odontólogo

Profesora Guía
Dra. Virginia Magdalena Vizcarra Chiriboga

Autor
Galo Xavier Martínez Regalado

Año
2016

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
C.C. 171089503-4

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.”

Galo Xavier Martínez Regalado
C.C.172154135-5

DEDICATORIA

A Dios por la guía que me ha brindado en cada paso de mi vida.

A mis padres por su apoyo, caminar junto a mí en cada etapa de mi vida y por enseñarme a luchar por mis objetivos e ideales.

Galo Martínez

AGRADECIMIENTO

A mis padres y hermanos quienes me han brindado su amor y apoyo incondicional y han sido mi fortaleza para enfrentar con responsabilidad cada desafío que se me ha presentado, siempre deseando lo mejor para mí.

RESUMEN

Uno de los factores más importantes en la odontología actual son las técnicas adhesivas. Este proceso necesita una serie de parámetros para ser ejecutado correctamente. Dentro de los instrumentos necesarios para realizar la odontología adhesiva están las fuentes de luz que producirán la fotoionización. Por ello nuestro estudio decidió realizar un análisis de las lámparas de luz halógena, en el que se comprueban varios factores que garantizarán el funcionamiento adecuado de dichos aparatos; estos son: una fibra óptica en perfectas condiciones, un filtro azul íntegro y limpio, un integra fuente de luz halógena que garantizará la adecuada intensidad de luz. Por otro lado debido a que trabajamos en tejidos orgánicos, medimos la temperatura causada por las lámparas comprobando si este factor sobrepasa la temperatura corporal lo que podría producir daños pulpares irreversibles.

Para ello se analizaron 23 lámparas utilizadas en la clínica docente de la Universidad de las Américas en Quito y 15 en simuladores de dicha institución. Las mediciones fueron realizada con: un radiómetro para determinar la intensidad de la luz, un termómetro digital para la temperatura y la observación visual para evaluar la integridad de la fibra óptica y el filtro.

Utilizando el programa Geogebra y los datos estadísticos de la muestra, se determinó una media aritmética en relación a la desviación estándar de la muestra obtenida, con el objetivo de establecer el rango de intensidad y temperatura de lámparas de luz halógena de la Universidad de las Américas.

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.

Palabras Claves: Lámparas de luz halógena, Intensidad de luz, Temperatura, Fibra Óptica

ABSTRACT

Nowadays, in the field of dentistry, one of the most important factors is the adhesive dentistry and to carry out this process in the best way, it must go through a series of parameters that it must fulfill. One of the main instruments for adhesive dentistry is the halogen lamp light. A halogen lamp light must have an optical fiber in perfect conditions and a clean blue filter, in order to have the ideal conditions for proper operation. Furthermore, because of the professional interest, it is necessary to measure the intensity of the temperature. In this research, an analytical observational study was conducted in which 23 lamps used in the clinic and 15 in simulators used at the University of the Americas were analyzed using a radiometer to measure the intensity of light, a digital thermometer for temperature and visual analysis to determine the integrity of the optical fiber.

The general objective established was to examine the intensity of light, temperature and integrity of halogen lamps at Faculty of Dentistry of the University of the Americas and the specific objectives were to consider the damages that halogen lamps have, identify the ranges of temperature produced by halogen lamps during their use and analyze the intensity of the lamps.

Using the Geogebra program and the statistical sample data, we can determine the arithmetic mean in relation to the standard deviation of the sample obtained, in order to establish the range of intensity and temperature of halogen lamps light at the University of the Americas.

As a result, we can observe that halogen lamps light are in very good condition for use. Their temperature are within the range established by investigators and only one of the 38 exceeds the limit temperature that leads into pulp death. For the output light of the lamps used at the clinic of University, the 26% of lamps are within the range proposed by the authors, 69% is above and 5% are below. While 56% of the lamps in simulators are within the range proposed by the

authors, 44% is above the provisions and none of them is below. Finally, for the optical fiber, in the case of lamps used in the clinic, 15 of them (65%) show cracking or degradation in fiber, and the lamps used as simulators, the remaining 74%, it means 11 of them present cracking or degradation in fiber.

Keywords: Light halogen lamps, Light intensity, Temperature, Fiber Optics

ÍNDICE

1. CAPITULO I. ASPECTOS INTRODUCTORIOS.....	1
1.1 JUSTIFICACIÓN.....	1
1.2 INTRODUCCIÓN	1
2 CAPITULO I. MARCO CONCEPTUAL	4
2.1 FOTOPOLIMERIZACIÓN	4
2.1.1 Los factores que intervienen en el proceso de fotopolimerización.....	4
2.1.2 Parámetros a evaluar para determinar la eficacia de la polimerización.....	5
2.1.3 Tipos de fotopolimerización	5
2.1.4 Tipos de Fuentes Lumínicas.....	6
2.2 LÁMPARA DE LUZ HALÓGENA.....	8
2.2.1Elementos Principales	9
2.2.2Intensidad de la luz rangos de fotopolimerización	11
2.2.3Haz de Luz.....	11
2.2.4Temperatura	13
2.2.4.1 Ley de Wien	13
2.2.4.2 Termómetro.....	14
3. CAPITULO III. OBJETIVOS.....	17
3.1 OBJETIVO GENERAL	17
3.2 OBJETIVO ESPECIFICO.....	17
3.3 HIPOTESIS	17
4.CAPITULO IV. METODOLOGIA DE PLANEACIÓN	18
4.1DISEÑO DEL ESTUDIO	18
4.2 POBLACIÓN Y MUESTRA	18
4.3 MATERIALES Y MÉTODOS	18
4.4 CRITERIOS DE INCLUSIÓN	20
4.5 CRITERIOS DE EXCLUSIÓN.....	21
4.6 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	21

5. CAPITULO V. RESULTADOS.....	22
5.1 ANÁLISIS DE RESULTADOS	22
5.1.1. LÁMPARAS EN CLÍNICAS	22
5.1.1.1 MEIDICIÓN DE LA TEMPERATURA	22
5.1.1.2 MEDICIÓN DE LA INTENSIDAD DE LUZ	26
5.1.1.3 MEDICIÓN DEL ESTADO DE LA FIBRA ÓPTICA.....	28
5.1.2 LÁMPARAS EN SIMULADORES.....	30
5.1.2.1 MEDICIÓN DE LA TEMPERATURA	30
5.1.2.2 MEDICIÓN DE LA INTENSIDAD DE LUZ	33
5.1.2.3 MEDICIÓN DEL ESTADO DE LA FIBRA ÓPTICA.....	36
6. CAPITULO VI. DISCUCIÓN DE RESULTADOS	38
6.1 DISCUCIÓN.....	38
7.CAPITULO VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	41
7.1 CONCLUSIONES	41
7.2 RECOMENDACIONES.....	41
REFERENCIAS	42
ANEXOS	45

1. CAPITULO I. ASPECTOS INTRODUCTORIOS

1.1 JUSTIFICACIÓN

Debido a la escasa información entre los estudiantes de Odontología de la Universidad de las Américas acerca del uso de las lámparas de luz halógena tanto en la clínica como en simuladores, 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 tanto en la clínica como en simuladores. 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 e integridad de la fibra óptica y el filtro. 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. Al finalizar mi tesis el objetivo es regular y brindar normativas que sirvan de aporte tanto para estudiantes, docentes y personal de mantenimiento de esta forma crear una conciencia clara de la importancia del manejo de los parámetros que garantizaran el funcionamiento ideal de las lámparas. Se espera que este trabajo sea considerado como un aporte a la comunidad odontológica.

1.2 INTRODUCCIÓN

En la odontología actual uno de los factores más importantes son los procedimientos adhesivos. Para que dicho proceso llegue a efectuarse de la mejor manera, debe pasar por una serie de requisitos. Uno de los principales instrumentos para realizar la odontología adhesiva es la lámpara de luz halógena. Para que una lámpara de luz halógena nos brinde condiciones ideales para un correcto funcionamiento debe tener:

Una fibra óptica en perfectas condiciones, un filtro azul que esté impecable y limpio. Mi estudio se enfocó en medición de la temperatura, puesto que trabajamos con tejidos orgánicos y estos se pueden ver afectados con la subida de la temperatura.

En el campo de la odontología, la lámpara de luz halógena se utiliza con el objetivo de fotocurar materiales en ciertos tratamientos. (Centro Odontológico Iparraguirre, 2015). Pero el éxito de estos procedimientos depende directamente de la intensidad de la salida de luz. Este factor, combinados con el tiempo y la temperatura adecuado son variables críticas para lograr el resultado deseado. Según López (2011) si algunos de estas variables poseen un funcionamiento inadecuado, el instrumental no completará la polimerización y como consecuencia puede ocasionar una falla grave en polimerización del material.

En el 2002, los teóricos D. L. Leonard y Cols propusieron que a lo largo del tiempo, la intensidad de la lámpara de luz halógena decrece puesto que esta sufre una degradación del filamento de foco y del filtro, por lo que con el tiempo, la efectividad del uso de este aparato o esta tecnología se va perdiendo (Arauzo, 2009). Es por ello que, con la presente investigación se busca medir y evaluar la intensidad de luz que emana de cada lámpara de luz halógena utilizada en la Universidad de las Américas y de esta forma observar si dicho filamento de fuente lumínica y filtro están trabajando de la manera adecuada tanto en simuladores como en la clínica docente, para asegurar no causar alteraciones patológicas en los pacientes.

Las fuentes lumínicas pueden llegar a tener rangos muy altos de temperatura. Si estos exceden dicha condición en el momento de fotocurar, indirectamente incide en la pérdida de vitalidad de la pulpa. Este es el motivo de realizar mi estudio para determinar cuál es la temperatura que emanan las lámparas de luz halógena. Así Según Seltzer y Bender si la pulpa se expone a temperaturas

mayores a 46 grados centígrados, esta tendrá daños irreversibles (Ruano, 2005).

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.

2 CAPITULO I. MARCO CONCEPTUAL

2.1 Fotopolimerización

La fotopolimerización es un término utilizado para describir el proceso en el que un material de bajo peso molecular, que es generalmente líquido (monómero), se transforma por acción de la luz en un material de alto peso molecular; es decir se convierte en sólido (polímero) (Zambrano, Comparación del grado de penetración del haz de luz entre la lámpara halógena vrs la lámpara de Emisión de diodos en bloques de resina, 2009).

2.1.1 Los factores que intervienen en el proceso de fotopolimerización

Los factores que intervienen en la fotopolimerización dependen del material de restauración y del haz de luz se describen a continuación.

A. El material

- a) Tipo de fotoiniciador: el fotoiniciador más utilizado es la canforoquinona, la cual se activa en un rango entre 400 y 500 nm (Zambrano, 2009)
- 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, 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, 2009).

B. Haz de la luz

- 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 (Zambrano, 2009).

- b) Distancia: “*pequeñas variaciones en la distancia entre el foco de luz y el material implican grandes pérdidas en la intensidad*” (Zambrano, 2009). En conclusión el extremo de la luz debe estar muy cerca del material que va a ser fotocurado. (Zambrano, 2009)
- c) Intensidad: la intensidad mínima que se debe aplicar es de 350 a 400 n/cm² y puede estar medida por un radiómetro (Zambrano, 2009).
- 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 (Zambrano, 2009).

2.1.2 Parámetros a evaluar para determinar la eficacia de la polimerización

- A. Grado de conservación: Este hace referencia al “*porcentaje de monómeros que se transforma en polímeros*” (Zambrano, 2009). Las lámparas que se utilizan en la actualidad logran un porcentaje del 80 al 85% (Zambrano, 2009).
- B. Contracción de polimerización: Los materiales que contienen relleno inorgánico alcanzan valores entre 1,5 al 3,5% de contracción (Zambrano, 2009).
- C. Propiedades mecánicas: En este parámetro se consideran características como la dureza, la resistencia a la compresión, la flexión, y la tracción (Zambrano, 2009).

2.1.3 Tipos de fotopolimerización

- A. Continua: Este tipo de fotopolimerización hace referencia a la aplicación de una intensidad de luz constante durante el tiempo que se realice la aplicación (Zambrano, 2009).
- B. Discontinua: este tipo indica que debe haber una variación en la intensidad de la luz en función del tiempo (Zambrano, 2009).

Dentro de este tipo, se evidencian dos tipos de técnicas de aplicación (Zambrano, 2009):

- Fotopolimerización en dos pasos
 - Primera fase a baja intensidad (100-250 mW/cm²).
 - Segunda Fase a alta intensidad (500-900 mW/cm²).

- Fotopolimerización progresiva o “ en rampa”: la elevación de la intensidad de la luz esta ya programada en la lámpara y es de manera progresiva

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 una intensidad de 400 a 700 nW/cm². 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, 2006). Estas lámparas tienen la capacidad de polimerizar todos los materiales y es eficiente al respecto (Mallat E. , s.f.). Aunque estas poseen consecuencias negativas a lo largo del tiempo; como el deterioro de algunos elementos como el filtro (Mallat E. , s.f.). Además, la bombilla tiene una vida limitada (Mallat E. , s.f.).

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/cm² (Mallat E. , s.f.). 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. , s.f.).

C. Lámparas de arco de plasma

Según Rovira (2006), estas lámparas poseen un potencial eléctrico alto debido a que su fuente de luz es una bombilla que contiene gas inerte (xenón) y dos electrodos, los cuales se ionizan dentro de una cámara. De esta manera se llega a una intensidad de 2.400 nW/cm² (Andrade, 2009). Además con esta, se reduce el tiempo de aplicación de la lámpara y se obtiene una polimerización a un nivel más profundo (Andrade, 2009). Debido a que con las mismas se genera mucho calor, el tiempo de emisión de luz es de 3 segundos y se recomienda esperar unos segundos entre disparos (Mallat E. , s.f.).

La ventaja principal, como se mencionó, es la rapidez con la que se logra la polimerización (Mallat E. , s.f.). 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. , s.f.).

D. Lámparas de láser

Las lámparas de láser emiten directamente la azul, sin que esta pase por algún tipo de filtro (Mallat E. , s.f.). Según Rovira (2006) 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. , s.f.):

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

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

- Alto costo
- No polimerizan todos los materiales

E. Lámparas de diodos emisores de luz (LED)

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/cm² (Mallat E. , s.f.). Las lámparas de LED, tienen una mayor duración de sus baterías, a comparación de las bombillas de las lámparas halógenas (Andrade, 2009). Asimismo, este dispositivo no requiere de ventiladores y es por ello que son más silenciosos (Mallat E. , s.f.). Sin embargo, estas lámparas no polimerizan todos los materiales. Además, como son relativamente nuevas, se requiere más estudios sobre ellas (Mallat E. , s.f.).

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) y Martínez (2005) para lograr el fotocurado de los materiales, estas lámparas poseen un filamento de cuarzo-tungsteno delgado, el cual es calentado hasta aproximadamente 100° y este emite energía de calor en forma de radiación infrarroja. Pero cuando la temperatura esta entre 2000 y 3000 °C, la radiación es emitida en el espectro de luz visible (Zambrano, 2009). Es de suma importancia el haz de luz para la fotopolimerización de los materiales, los filamentos emisores de luz deben estar a muy altas temperaturas y es por esto que las lámparas traen incorporadas un ventilador con el fin de disipar el calor (Zambrano, 2009). Además, este dispositivo cuenta con la presencia de un filtro, el cual solo deja pasar al conductor la luz azul que oscila entre los 420 y 500 nm (Andrade, 2009). Esta luz se produce cuando una corriente eléctrica fluye a través del filamento de tungsteno (Arauzo, 2009).

Ventajas (Carrillo, Métodos de activación de la fotopolimerización, 2010)

- Tecnología de bajo costo
- Larga vida en almacenamiento
- Energía eficiente
- Aplicación en sustratos sensibles al calor

- Baja posibilidad de daño físico a los pacientes y al profesional

Desventajas (Carrillo, Métodos de activación de la fotopolimerización, 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

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 (Reviejo, 2002).

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 (Reviejo, 2002).

Los filtros están localizados entre la bombilla y la guía de luz con el objetivo de limitar la radiación de la salida (Reviejo, 2002).

C. Área de la boquilla o Terminal

Según Revejo (2002), 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” (Reviejo, 2002). 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 (Reviejo, 2002).

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 (Reviejo, 2002).

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 (Reviejo, 2002).

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 (Reviejo, 2002).

G. Radiómetro incorporado

A través de esta se puede realizar una evaluación continua de la potencia de la salida de la luz (Reviejo, 2002).

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 (Reviejo, 2002).

I. Radiómetro

Con la ayuda de radiómetro se puede comprobar la intensidad lumínica ante de cada uso (Reviejo, 2002).

2.2.2 Intensidad de la luz rangos de fotopolimerización

Las lámparas utilizadas en la clínica de la Universidad son instrumentos neutros, es decir que estas no se encuentran clasificadas ni en las de alta intensidad ni las de baja. Por esta razón, para que dichas lámparas actúen con una adecuada polimerización, la intensidad de salida deber ser de 300 a 500 nw/cm^2 (Carrillo & Monroy, Métodos de activación de la fotopolimerización, 2009). Por otra parte, estudios muestran que una intensidad mínima de 300nm/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 un 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 233mW/cm^2 no endurecen adecuadamente los materiales utilizados para el tratamiento con un grosor de 3 milímetros (López, Acebedo, Joya, & López, 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).

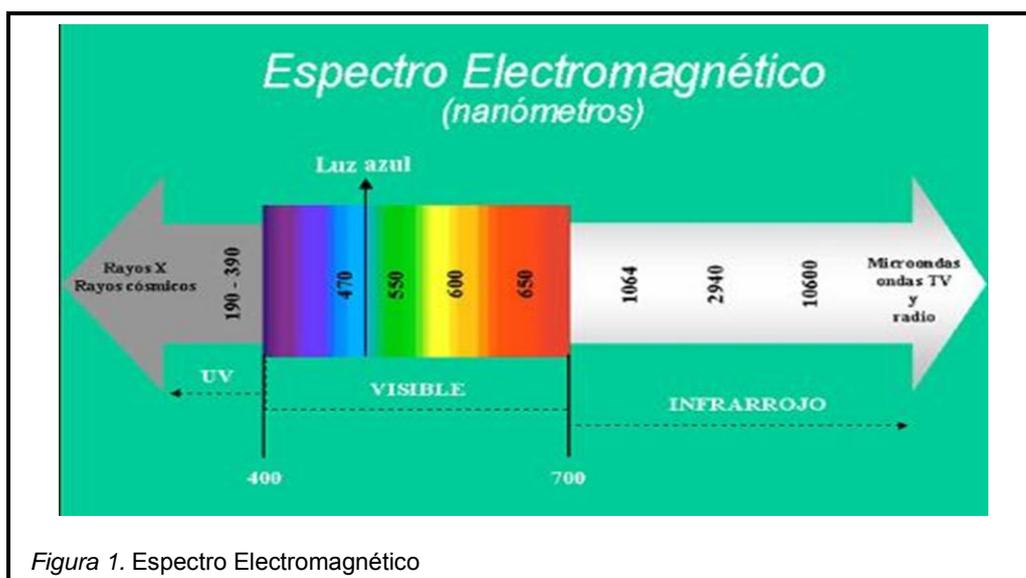


Figura 1. Espectro Electromagnético

La luz que se genera pasa por dos filtros (Carrillo & Monroy, Métodos de activación de la fotopolimerización, 2009):

- A. Filtro de banda: este disminuye el espectro de luz blanca a la longitud de onda azul, es decir de 380 nm a 520 nm
- B. Filtro infrarrojo: reduce el espectro infrarrojo y el paso del calor a la punta de curado.

La luz que se genera es de color blanca, pero es necesario un filtro azul para poder dar una mayor concentración de curado, debido a que la capacidad de penetración de la luz es de máximo de 3 mm (Carrillo & Monroy, Métodos de activación de la fotopolimerización, 2009). Además, cuando el color de la resina es de color oscuro o al presentarse una estructura dental de por medio, la penetración del haz de luz es aún más limitada y así su capacidad de polimerización es menor (Carrillo & Monroy, Métodos de activación de la fotopolimerización, 2009). 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 de gel o de fibras que pueden ser dañados 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, Métodos de activación de la fotopolimerización, 2009).

Para obtener los resultados deseados es necesario de una energía lumínica de 1.000 nW/cm² durante 20 segundos (Mallat E. , s.f.).

Por otra parte, un aspecto importante del haz de luz es su intensidad, pues este es uno de los factores que va a determinar la calidad de la polimerización del material y esta se mide en mW/cm². La "*intensidad mínima para considera que la mínima intensidad para polimerizar una capa de 2mm de grosor de composite debe ser de 350mW/cm²*" (Mallat E. , s.f.) De manera específica, las lámparas halógenas emiten una luz de 400-800mW/cm².

El primer factor que interviene en la intensidad de la luz es la distancia que existe entre el material y la guía de luz. Entre más alejado se encuentre, la intensidad disminuye (Mallat E. , s.f.).

TABLA 1. RELACIÓN DISTANCIA – INTENSIDAD DE LUZ

Distancia (en mm)	Intensidad
0	100%
2	76.5%
6	45.4%
12	24.7%

Tomado de Mallet E, s.f.

2.2.4 Temperatura

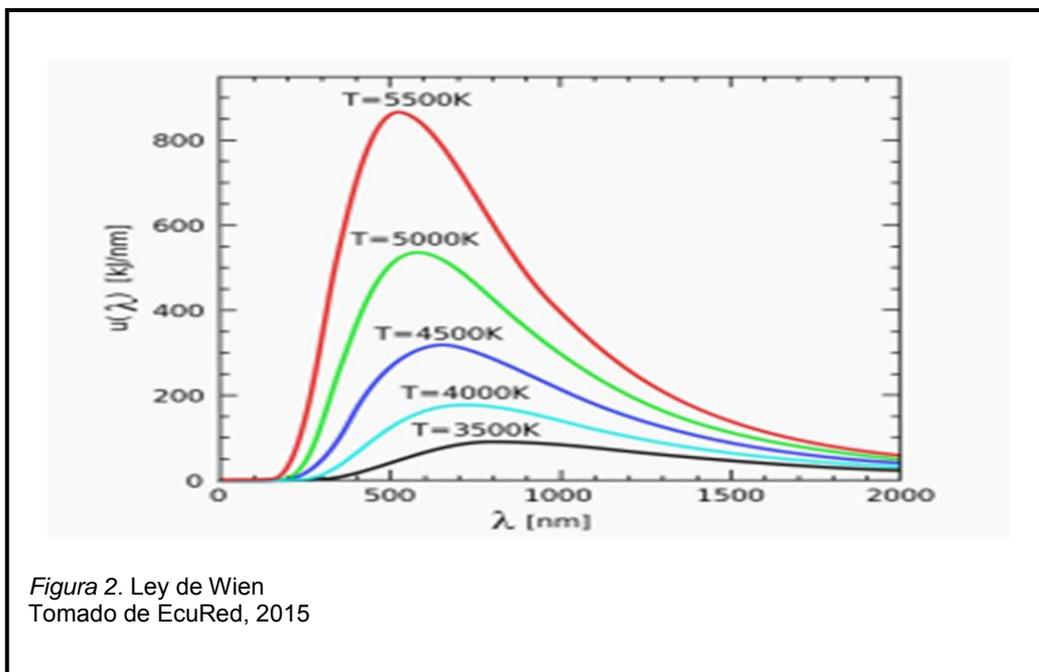
En las lámparas de luz halógena, la temperatura provocada es muy alta. Este rango de intensidad es necesario para producir el proceso de polimerización. Los productos dentales necesitan de una luz azul que es obtenida mediante la ayuda de un filtro. Para lograrse esto la lámpara de luz halógena debe estar a una temperatura mínima de 3000 grados Kelvin (Gómez, 2006).

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).

2.2.4.1 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 (Gómez, 2006). Mientras mayor es la temperatura a la que se encuentra la superficie emisora, mayor es la energía radiada a cada longitud de onda (Gómez, 2006). En otras palabras, a medida que la temperatura aumenta, el pico de emisión en el espectro de un cuerpo negro, cuando alcanza sus niveles máximos se desplaza hacia longitudes de onda más cortas (EcuRed,

2015). Esto quiere que también aumenta la energía radiada general y el pico de la curva de radiación se 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, 2006).



2.2.4.2 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. Este tiene como rango de temperatura que va desde los -27°F hasta los 428°F o de -33°C hasta los 220°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.

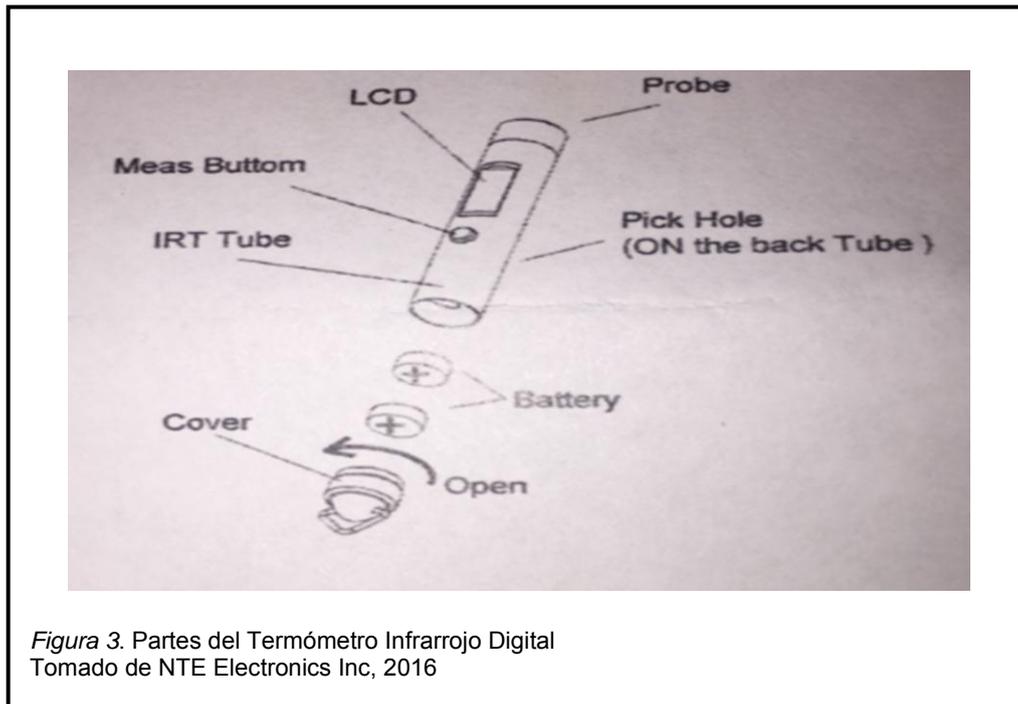


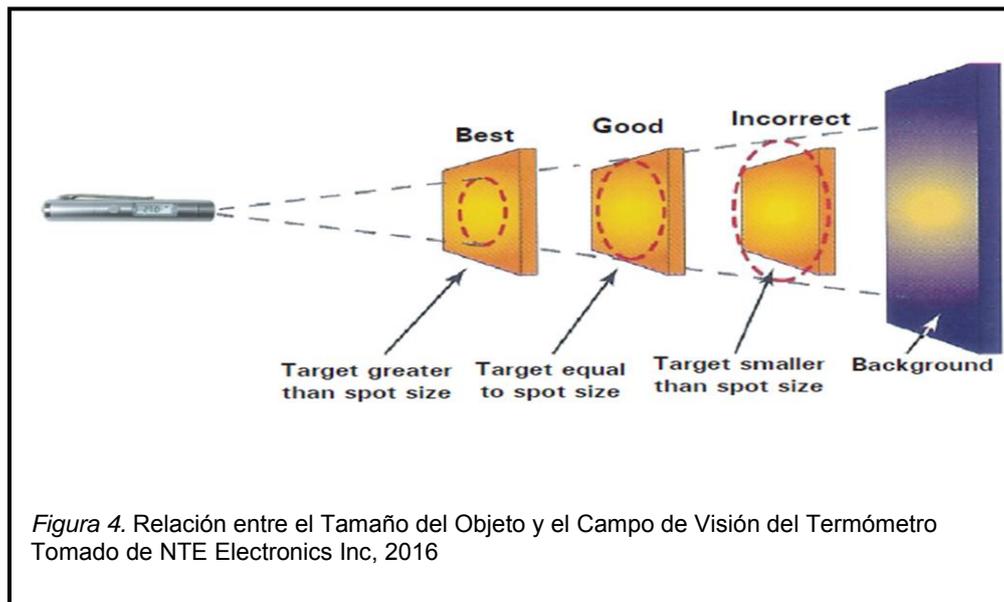
TABLA 2. ESPECIFICACIONES DE LAS PARTES DEL TERMOMETRO INFRARROJO DIGITAL

NÚMERO	NOMBRE EN INGLES	NOMBRE EN ESPAÑOL
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 receptr 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.



Para medir la temperatura, el objetivo debe 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, la temperatura y la integridad de la fuente lumínica y filtro de las lámparas halógenas de la Facultad de Odontología de la Universidad de las Américas.

3.2 OBJETIVO ESPECIFICO

- Examinar que daños tienes las lámparas de luz halógena
- Identificar cuáles son los rangos de temperatura que producen las lámparas de luz halógena durante su uso.
- Analizar la intensidad de la luz de la lámpara de luz halógena
- Examinar los rangos de la temperatura de las lámparas de luz halógena.

3.3 HIPOTESIS

Las lámparas de luz halógena de la Facultad de Odontología se encuentran en condiciones aceptables para su uso.

4. CAPITULO IV. METODOLOGIA DE PLANEACIÓN

4.1 Diseño del Estudio

Es un estudio observacional analítico con el fin de determinar si existe algún defecto en las 23 lámparas de luz halógena utilizadas en la clínica y las 15 en simuladores en la Universidad de las Américas.

4.2 Población y Muestra

La población de la investigación estará constituida por 38 lámparas; 23 utilizadas en la clínica y 15 en simuladores de la Universidad de las Américas. Estas serán investigadas de manera independiente con el fin de analizar y medir la temperatura y la intensidad de la luz. Asimismo observar la integridad de las lámparas.

La muestra de la investigación se realizará en la clínica de la Universidad de las Américas, para la evaluación de las lámparas de luz halógena que se utiliza dentro de la instalación. Para la recolección de los datos se utilizará una ficha (observar anexo 1)

4.3 Materiales y Métodos

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.
- 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 lámparas con la ayuda del radiómetro.

- Paso 5: 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, quienes demostraron que cuando el rango de salida deber ser de 300 a 500 nw/cm^2 (Carrillo & Monroy, Métodos de activación de la fotopolimerización, 2009). A demás indican que por debajo de 233mW/cm^2 no endurecen adecuadamente las materiales utilizados para el tratamiento con un grosor de 3 milímetros y cuando es por debajo de los 300 mW/cm^2 no fotocuran una resina de 2 milímetros de profundidad durante el tiempo de 10 segundos (López, Acebedo, Joya, & López, 2011).

Para determinar la integridad de la fibra óptica se utilizará la observación visual del tallo de la misma y del extremo de su parte activa:

- Paso 1: Se observará el estado de la parte de la fibra óptica en cuanto a si existe o no la presencia de fisuras o fracturas
- Paso 2: Si hay o no integridad del tallo de la fibra óptica.

A diferencia de otras instituciones, en las que una vez que la fibra óptica se encuentra con algún tipo de daño o defectuosa, esta es reemplazada por una nueva; en la Facultad de Odontología de la Universidad, las fibras ópticas son revisadas cada cierto periodo de tiempo y el encargado realiza mantenimiento de dicha parte de la lámpara. Es por ello que para el análisis de dicha parte se ha realizado una tabla en la que el 100% indica un óptimo estado de la fibra óptica en la que no ha sido reparada y funciona de manera eficiente y el 20% indica un estado deplorable de la misma y no posee ninguna posibilidad de ser reparada. Es por ello que para el análisis de dicha parte se ha realizado una

tabla en la que el 100% indica un óptimo estado de la fibra óptica en la que no ha sido reparada y funciona de manera eficiente y el 20% indica un estado deplorable de la misma y no posee ninguna posibilidad de ser reparada.

TABLA 3. EQUIVALENCIA DE PORCENTAJES CON LA INTEGRIDAD DE LÁMPARA

Porcentaje de Integridad	Observaciones de la Fibra
100%	La fibra no presenta ninguna fractura, fisura o ha sido intervenida por el experto para que sea reparada de alguna forma.
95%	La parte superior externa presenta un pequeño golpe, aunque está se encuentre completa
90%	Presenta una pequeña fisura en la parte superior externa
80%	Presenta desgaste de la fibra en cualquiera de los lados (derecha e izquierda).
70%	Una pequeña parte de la fibra ha sido removida.
60%	Presenta desgaste o fisuras en cualquiera de sus lados y además una pequeña parte de la fibra ha sido removida.
50%	Una parte representativa ha sido removida.
40%	La fibra ha sido reparada varias veces debido a la pérdida significativa de una parte.
20%	Estado deplorable de la lámpara y no posee ninguna posibilidad de ser reparada.

4.4 Criterios de Inclusión

- Todas las lámparas que no presenten ningún tipo de falla física (fisuras o fracturas)
- Que la luz óptica mida 10 cm
- 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.

4.5 Criterios de Exclusión

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

4.6 Operacionalización de Variables

VARIABLE	DEFINICIÓN	INDICADOR	ESCALA
Temperatura	Es el nivel al cual se calientan las lámparas para poder alcanzar una intensidad de luz deseada con el objetivo de fotopolimerizar el material odontológico	la lámpara de luz halógena debe estar a una temperatura mínima de 3000K	Si la temperatura alcanzada por las lámparas utilizadas en la Universidad de las Américas es menor o mayor que la temperatura mínima para alcanzar resultados satisfactorios
Intensidad de la Luz	Es el espectro de emisión de luz, el cual puede incidir en la polimerización de los materiales utilizados en un tratamiento.	El espectro de emisión óptimo de una fuente de polimerización debe ser entre 440 y 480 nm con una potencia de 400 a 3000 nW/cm ²	Si la intensidad de la luz alcanzada por las lámparas utilizadas en la Universidad de las Américas es menor o mayor que el rango de intensidad recomendado para alcanzar resultados satisfactorios
Integridad de la lámpara	las características físicas que se presenta para su funcionamiento.	Existencia o no de la presencia de fisuras o fracturas y la existencia o no de la integridad del tallo de la fibra óptica.	Si las lámparas muestran todos sus piezas integrales y sin ningún tipo de problema (falla en su funcionamiento)

5. CAPITULO V. RESULTADOS

5.1 ANÁLISIS DE RESULTADOS

El presente trabajo de investigación comprende una muestra de 23 lámparas utilizadas en clínicas y 15 en simuladores dentro de la Facultad de Odontología de la Universidad de las Américas y en función de los objetivos propuestos fue necesario medir la temperatura, la intensidad de la luz y establecer el estado de la fibra óptica mediante el análisis visual.

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

Cabe recalcar que dicho estudio se realizó al finalizar el primer semestre del 2016 tanto en simuladores como en la clínica docente.

5.1.1. LÁMPARAS EN CLÍNICAS

5.1.1.1 MEDICIÓN DE LA TEMPERATURA

La temperatura fue medida con un termómetro digital a diferentes medidas que fueron 1, 2 y 3. 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 5, 6 y 7. Posterior a ello se calculó la media de cada lámpara con la finalidad de determinar la cantidad de las mismas que ocasionan o no daño en la pulpa.

TABLA 5. TEMPERATURA MEDIDO A 1 CM DE DISTANCIA

Número de Lámpara	TEMPERATURA A 1CM		
	TOMA 1	TOMA 2	TOMA 3
Lámpara #1	40.8	43.2	36.1
Lámpara #2	52.4	62.4	61.8
Lámpara #3	46.6	44.3	55.7
Lámpara #4	51.9	50.6	52.4
Lámpara #5	50.2	37.5	54.4
Lámpara #6	39.4	40.1	28.3
Lámpara #7	45.8	48.4	46.8
Lámpara #8	41.1	39.4	41.1
Lámpara #9	39.4	38.4	38.9
Lámpara #10	30.6	29.3	27.4

Lámpara #11	52	50.1	44.8
Lámpara #12	Dañada	Dañada	Dañada
Lámpara #13	Dañada	Dañada	Dañada
Lámpara #14	45.9	45.3	64.4
Lámpara #15	48.8	53.4	50.8
Lámpara #16	Dañada	Dañada	Dañada
Lámpara #17	35.6	37.9	29.9
Lámpara #18	42	44.4	44.6
Lámpara #19	36.9	67.2	59.7
Lámpara #20	58.7	62.9	54.7
Lámpara #21	Dañada	Dañada	Dañada
Lámpara #22	66.1	65.3	63.8
Lámpara #23	54.1	51.1	55

TABLA 6. TEMPERATURA MEDIDO A 2 CM DE DISTANCIA

Número de Lámpara	TEMPERATURA A 1CM		
	TOMA 1	TOMA 2	TOMA 3
Lámpara #1	42.2	42.1	42.3
Lámpara #2	38.8	36.4	31.1
Lámpara #3	40.6	31.1	40.8
Lámpara #4	37.3	36.1	36.6
Lámpara #5	43.3	39.9	38.4
Lámpara #6	36.6	40.1	42.2
Lámpara #7	38.4	37.4	36.1
Lámpara #8	35.4	33.3	36.1
Lámpara #9	37.4	26.4	36.1
Lámpara #10	22.8	23.6	27.9
Lámpara #11	42.1	41.1	36.6
Lámpara #12	Dañada	Dañada	Dañada
Lámpara #13	Dañada	Dañada	Dañada
Lámpara #14	36.4	38.4	37.4
Lámpara #15	38	40.3	41.6
Lámpara #16	Dañada	Dañada	Dañada
Lámpara #17	37.8	38	36.3
Lámpara #18	39.9	42.1	40.1
Lámpara #19	34.8	34.5	37.4
Lámpara #20	40.6	40	39.1
Lámpara #21	Dañada	Dañada	Dañada
Lámpara #22	34.6	34.8	34.4
Lámpara #23	40.1	39.4	40.9

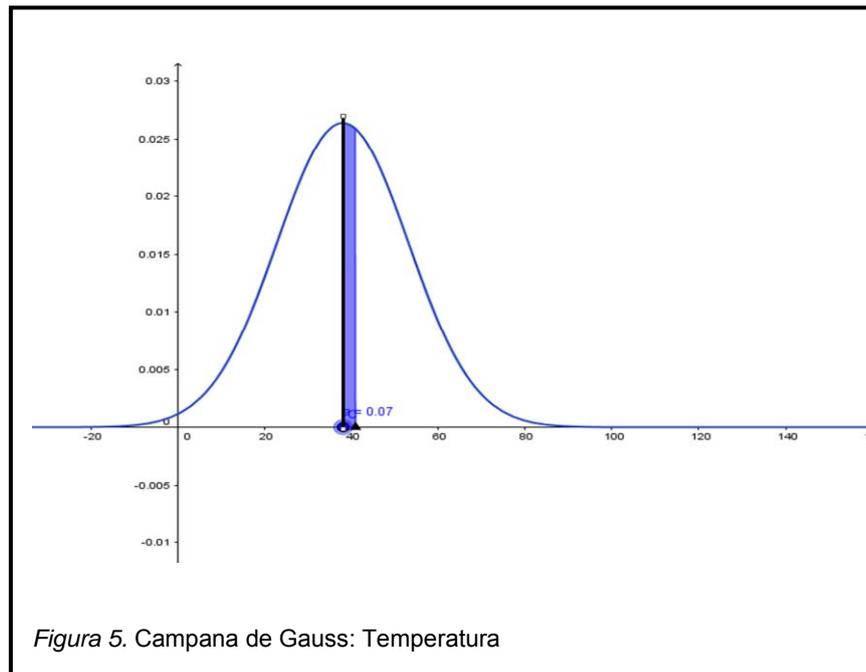
TABLA 7. TEMPERATURA MEDIDO A 3 CM DE DISTANCIA

Número de Lámpara	TEMPERATURA A 1CM		
	TOMA 1	TOMA 2	TOMA 3
Lámpara #1	32.4	32.2	32.5
Lámpara #2	27.4	23.7	27.1
Lámpara #3	34.8	31.4	31.8
Lámpara #4	30.8	27.5	28.5
Lámpara #5	28.7	24.4	28.4
Lámpara #6	28	28.2	25.8
Lámpara #7	29	26.6	29.9
Lámpara #8	30	29.9	24.5
Lámpara #9	28.5	29.3	27.1
Lámpara #10	26.7	26	28.5

Lámpara #11	30.4	32	32.4
Lámpara #12	Dañada	Dañada	Dañada
Lámpara #13	Dañada	Dañada	Dañada
Lámpara #14	28.6	29.9	27.7
Lámpara #15	28.6	31.2	30.3
Lámpara #16	Dañada	Dañada	Dañada
Lámpara #17	29.4	28.9	28.8
Lámpara #18	31.7	32.1	30
Lámpara #19	29.3	28.8	28.5
Lámpara #20	30.1	31.3	29.8
Lámpara #21	Dañada	Dañada	Dañada
Lámpara #22	30.3	31.1	30.1
Lámpara #23	26.3	30.1	31.3

TABLA 8. TEMPERATURA MEDIA DE CADA LÁMPARA. TOMADA CON TERMÓMETRO

Número de Lámpara	TEMPERATURA
	MEDIA
Lámpara #1	38.20
Lámpara #2	40.12
Lámpara #3	39.68
Lámpara #4	39.08
Lámpara #5	38.36
Lámpara #6	34.30
Lámpara #7	37.60
Lámpara #8	34.53
Lámpara #9	33.50
Lámpara #10	26.98
Lámpara #11	40.17
Lámpara #12	DAÑADA
Lámpara #13	DAÑADA
Lámpara #14	39.33
Lámpara #15	40.33
Lámpara #16	DAÑADA
Lámpara #17	33.62
Lámpara #18	38.54
Lámpara #19	39.68
Lámpara #20	43.02
Lámpara #21	DAÑADA
Lámpara #22	43.39
Lámpara #23	40.92



En el gráfico 5 y en la tabla 8 se muestran la media de temperatura o calor que emanan las lámparas de luz halógena. En estas se puede observar que el 17% (4 lámparas) del total se encuentran en mal estado (dañadas) y el 83% (19 lámparas) restante si se encuentra en funcionamiento. El rango de calor de dichas lámparas va desde los 26,98 grados hasta los 43,39 grados y todas las lámparas poseen diferente temperatura dentro del rango señalado.

En la campana de gauss se puede observar que los datos no están tan dispersos de la media que es 37.97 grados y es por ello que todas las lámparas se encuentran dentro de la distribución normal de la muestra.

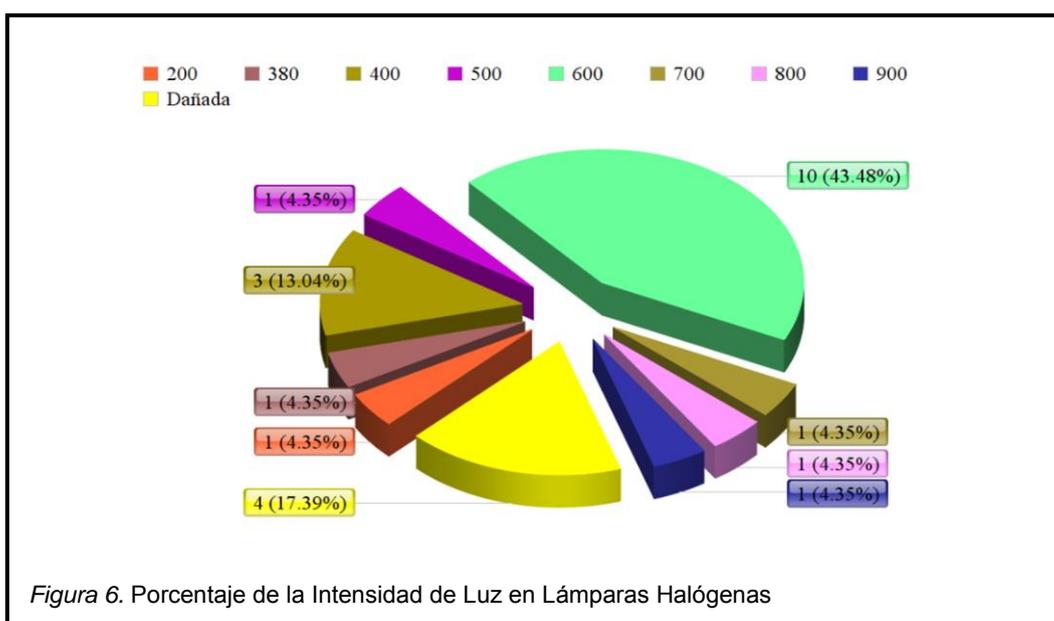
Autores como Seltzer y Bender sugieren que si la pulpa se expone a temperaturas mayores a 46 grados centígrados, esta tendrá daños irreversibles (Ruano, 2005). Dentro de esta investigación se puede observar que ninguna de las lámparas sobre pasan esta temperatura, por lo que ninguna de ellas afecciones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

5.1.1.2 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 NW/cm^2 . A continuación se muestra los datos obtenidos en la tabla 9 y gráfico 6.

TABLA 9. INTENSIDAD DE LA LUZ MEDIDA CON RADIOMETRO

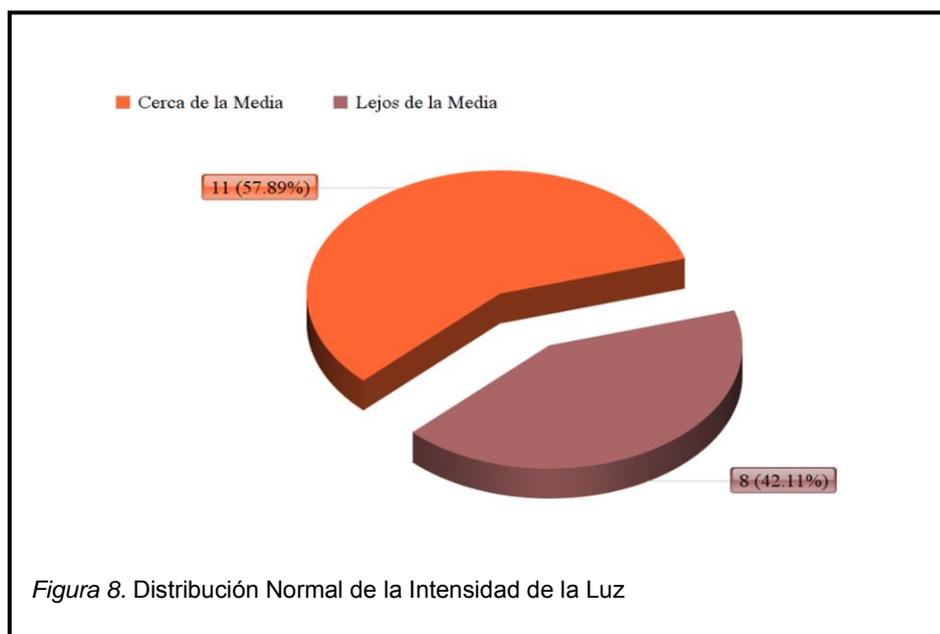
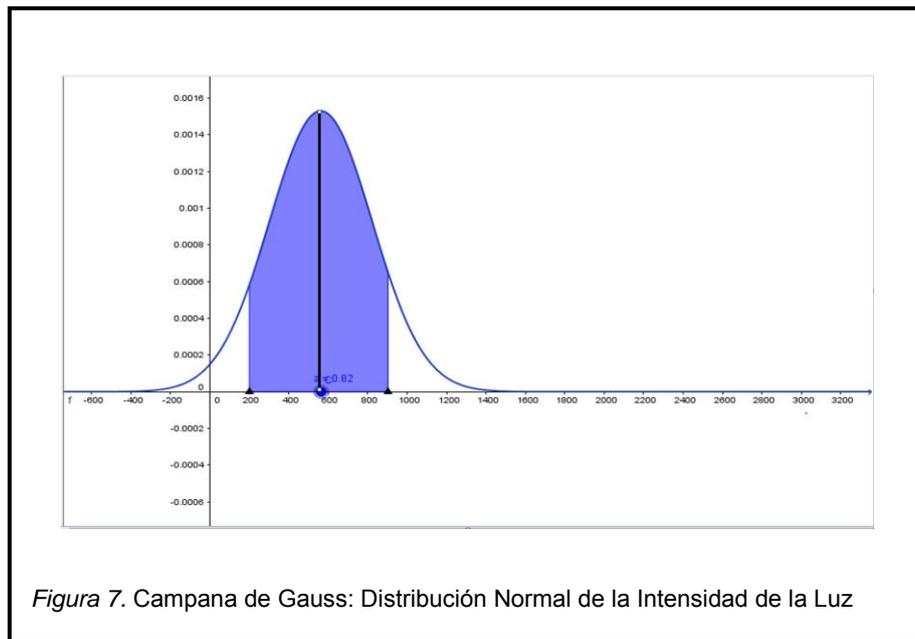
Número de Lámpara	Intensidad de luz (nm/cm^2)
Lámpara #1	380
Lámpara #2	600
Lámpara #3	600
Lámpara #4	400
Lámpara #5	600
Lámpara #6	600
Lámpara #7	600
Lámpara #8	400
Lámpara #9	600
Lámpara #10	200
Lámpara #11	600
Lámpara #12	Dañada
Lámpara #13	Dañada
Lámpara #14	500
Lámpara #15	600
Lámpara #16	Dañada
Lámpara #17	600
Lámpara #18	700
Lámpara #19	400
Lámpara #20	600
Lámpara #21	Quemada
Lámpara #22	800
Lámpara #23	900



Las lámparas utilizadas en la clínica de la Universidad son instrumentos neutros, es decir que estas no se encuentran clasificadas ni en las de alta intensidad ni las de baja. Por esta razón, para que dichas lámparas, la intensidad de salida deber ser de 300 a 500 nw/cm^2 (Carrillo & Monroy, Métodos de activación de la fotopolimerización, 2009). Por otra parte, estudios muestran que una intensidad mínima de $300\text{nm}/\text{cm}^2$ 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 un 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).

De dichas estadísticas, se puede observar que 4 lámparas no se encuentran en funcionamiento (dañadas) por lo que los resultados se obtuvieron de 19 de las 23 que se utilizan en la Universidad. De dicho número, que corresponde al 100%, el 7% de las lámparas tienen una intensidad de 200 nw/cm^2 y 900 nw/cm^2 , mientras que el 11% tiene 800 nw/cm^2 , el 13% indica 380 nw/cm^2 de intensidad, el 14%, 15%, 16% y 17% corresponden a 400 nw/cm^2 , 700 nw/cm^2 , 500 nw/cm^2 y 600 nw/cm^2 respectivamente. Lo que indica que el 26% del total se encuentran dentro del rango que proponen los autores, el 69% está por encima de lo estipulado y el 5% se encuentra por debajo.

Por otra parte, a través del diagrama de gauss, representado en el gráfico 7 y 8, se encontró que el promedio (la media) de intensidad entre las 19 lámparas es de 520 nw/cm^2 y de las cuales el 58% se acerca a la media y el otro 48% no lo hace y corresponde a medidas extremas.



5.1.1.3 MEDICIÓN DEL ESTADO DE LA FIBRA ÓPTICA

En cuanto al estado de la fibra, se realizó un análisis de manera visual y en ella se pudo constatar que 4 (17%) de las 23 (100%) lámparas no se encuentran en correcto funcionamiento. 2 de ellas (9%) poseen una fibra intacta, es decir el

100% de su estado se encuentra integro; otras 2 (9%) presentan un pequeño golpe en la parte superior externa, es decir su estado es del 95%; otras 2 (9%) presentaban un estado del 80%, lo que significa que una pequeña parte de la fibra fue removida y otras 2 (9%) indica que la fibra posee un estado del 60% lo que muestra que estas presentan un desgaste o fisuras en cualquiera de sus lados y además una parte fue removida. Adicionalmente, se observó que 1 lámpara (4%) posee un estado del 20%, otra del 40% y otra del 50%, lo que equivale a que estas no poseen ninguna posibilidad de ser reparada, a que la fibra ha sido reparada varias veces debido a la pérdida significativa de una parte y una parte fue removida significativamente, de manera respectiva. Asimismo, 4 lámparas poseen un estado del 90%, es decir, que la fibra presenta solo una pequeña fisura y las 4 restantes presentan un estado del 70%, por lo que estas presentaron una pequeña parte removida. Dichos resultados se muestran a continuación en la tabla 10 y el gráfico 9.

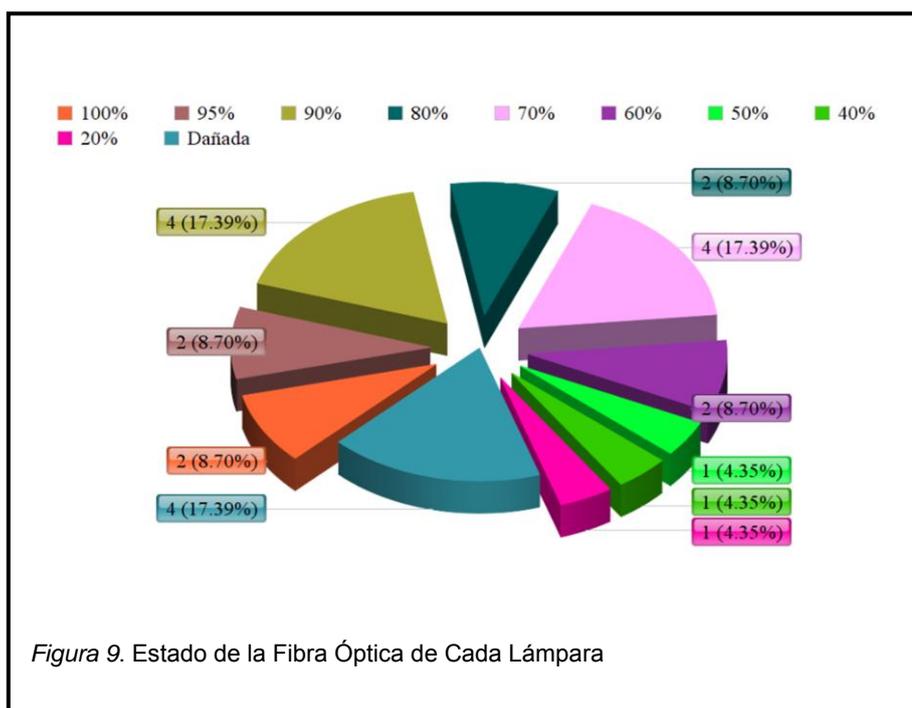


TABLA 10. PORCENTAJE DEL ESTADO DE LA FIBRA

Número de Lámpara	Fibra %
Lámpara #1	80
Lámpara #2	50
Lámpara #3	95
Lámpara #4	80
Lámpara #5	60
Lámpara #6	60
Lámpara #7	40
Lámpara #8	90
Lámpara #9	70
Lámpara #10	95
Lámpara #11	70
Lámpara #12	Dañada
Lámpara #13	Dañada
Lámpara #14	90
Lámpara #15	90
Lámpara #16	Dañada
Lámpara #17	20
Lámpara #18	90
Lámpara #19	100
Lámpara #20	100
Lámpara #21	Quemada
Lámpara #22	70
Lámpara #23	70

5.1.2 LÁMPARAS EN SIMULADORES

De manera simultánea, se evaluaron las lámparas utilizadas como simuladores dentro de la Universidad, a las cuales se las analizó bajo los mismos parámetros y condiciones.

5.1.2.1 MEDICIÓN DE LA TEMPERATURA

De igual manera para medir la temperatura de las lámparas utilizadas como simuladores, se utilizó el mismo termómetro digital y a las mismas distancias que son 1, 2 y 3 cm, cuyos resultados se evidencian en la tabla 11, 12 y 13 respectivamente.

TABLA 11. TEMPERATURA MEDIDA A 1 CM DE DISTANCIA

Número de Lámpara	TEMPERATURA A 1CM		
	TOMA 1	TOMA 2	TOMA 3
Lámpara #1	40.8	43.2	36.1
Lámpara #2	Dañada	Dañada	Dañada
Lámpara #3	33.6	51.4	43.1
Lámpara #4	32.5	44.5	51.2
Lámpara #5	39.1	46.2	48.4
Lámpara #6	61.8	49.6	45.9
Lámpara #7	57.1	42.1	39.2

Lámpara #8	48.4	46.5	49.4
Lámpara #9	65.6	51.4	56.3
Lámpara #10	61.6	58.4	57.3
Lámpara #11	60	58.2	55.2
Lámpara #12	58.2	55.9	57.3
Lámpara #13	60.2	42.1	40.4
Lámpara #14	49.4	45.1	47.6
Lámpara #15	40.9	43.5	41.2

TABLA 12. TEMPERATURA MEDIDA A 2 CM DE DISTANCIA

Número de Lámpara	TEMPERATURA A 1CM		
	TOMA 1	TOMA 2	TOMA 3
Lámpara #1	42.2	42.1	42.3
Lámpara #2	Dañada	Dañada	Dañada
Lámpara #3	31	36.3	37.6
Lámpara #4	33.2	31.1	35.3
Lámpara #5	35	37.3	40.1
Lámpara #6	51.2	35.2	35.3
Lámpara #7	52	35	34.6
Lámpara #8	40.2	30.3	41.5
Lámpara #9	41.1	39.6	42.3
Lámpara #10	46.3	49.5	43.9
Lámpara #11	39.1	31.6	36.2
Lámpara #12	40.4	39.6	37.7
Lámpara #13	53.2	44.6	38.2
Lámpara #14	37.8	36.1	39.3
Lámpara #15	34.1	32.9	32.1

TABLA 13. TEMPERATURA MEDIDA A 3 CM DE DISTANCIA

Número de Lámpara	TEMPERATURA A 1CM		
	TOMA 1	TOMA 2	TOMA 3
Lámpara #1	32.4	32.2	32.5
Lámpara #2	Dañada	Dañada	Dañada
Lámpara #3	30.6	30.3	29.7
Lámpara #4	34.6	34.9	30.1
Lámpara #5	30.6	29.8	30.8
Lámpara #6	37.8	35.5	29.9
Lámpara #7	36.2	32.2	30.6
Lámpara #8	30.3	31.5	30.9
Lámpara #9	32.8	35.6	39.6
Lámpara #10	32.9	31.5	34.7
Lámpara #11	30.6	29.5	31.3
Lámpara #12	32.5	30.4	33.6
Lámpara #13	30.3	34.2	28.5
Lámpara #14	31.1	28.6	29.3
Lámpara #15	30.1	28.5	34.6

En estas se puede observar que el 7% (1 lámpara) del total se encuentran en mal estado (dañada) y el 93% (14 lámparas) restante si se encuentra en funcionamiento. El rango de calor va desde los 34,88 grados hasta los 46,93

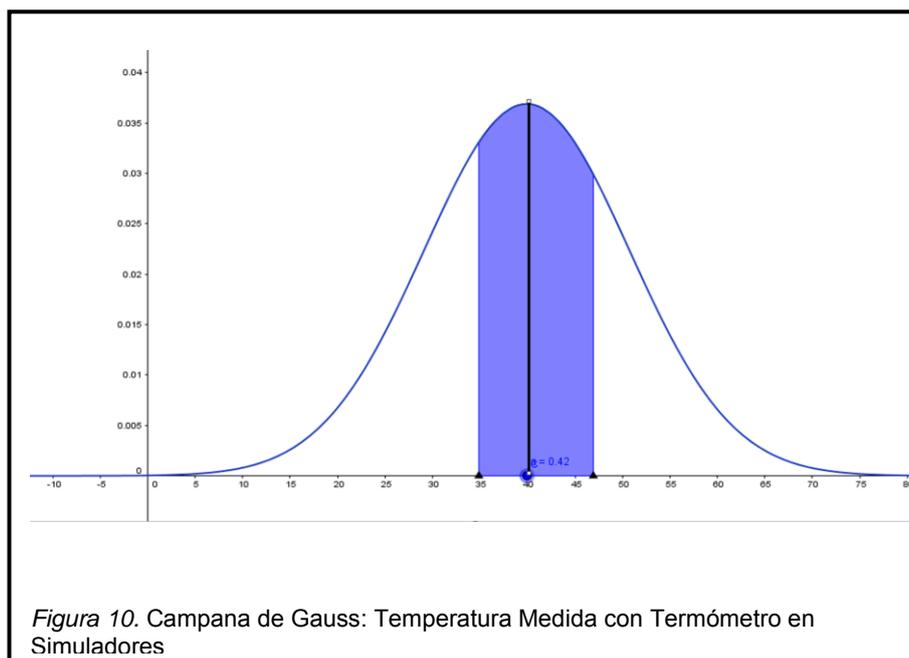
grados y todas las lámparas poseen diferente temperatura dentro del rango señalado.

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 una de las lámparas en simuladores sobre pasan esta temperatura, por lo que esta causa afección pulpar.

En el gráfico 10 y en la tabla 14 se muestran la media de temperatura o calor que emanan las lámparas de luz halógena en simuladores, que está representada por la campana de gauss. En ella se puede observar que los datos no están tan dispersos de la media que es 39.92 grados y es por ello que todas las lámparas se encuentran dentro de la distribución normal de la muestra.

TABLA 14. TEMPERATURA MEDIA EN SIMULADORES

Número de Lámpara	TEMPERATURA
	MEDIA
Lámpara #1	38.20
Lámpara #2	DAÑADA
Lámpara #3	35.96
Lámpara #4	36.38
Lámpara #5	37.48
Lámpara #6	42.47
Lámpara #7	39.89
Lámpara #8	38.78
Lámpara #9	44.92
Lámpara #10	46.23
Lámpara #11	41.30
Lámpara #12	42.84
Lámpara #13	41.30
Lámpara #14	38.26
Lámpara #15	34.88



5.1.2.2 MEDICIÓN DE LA INTENSIDAD DE LUZ

Asimismo, se evaluó la intensidad de la luz con el radiómetro y los resultados se observan en la tabla 12 y gráfico 11. Los que demuestran que 1 lámpara no se encuentran en funcionamiento (dañada) por lo que los resultados se obtuvieron de 14 de las 15 lámparas que se utilizan como simuladores en la Universidad. De dicho número, que corresponde al 100%, el 24% de las lámparas tienen una intensidad de 500 nw/cm², mientras que el 22% tiene 400 nw/cm², el 20% indica 600 nw/cm² de intensidad, el 17%, 14%, 16% y 3% corresponden a 300 nw/cm², 700 nw/cm² y 900 nw/cm² respectivamente.

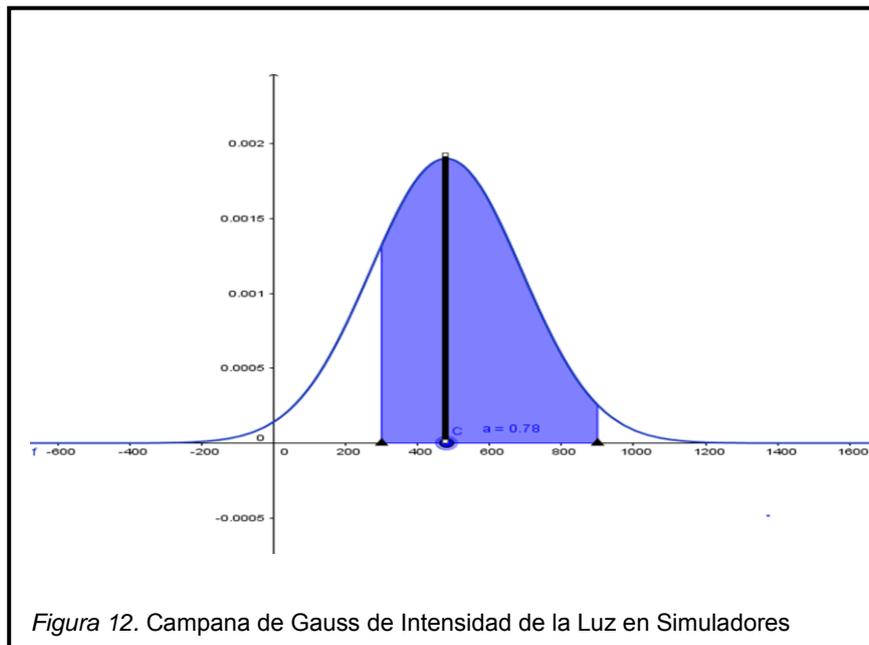
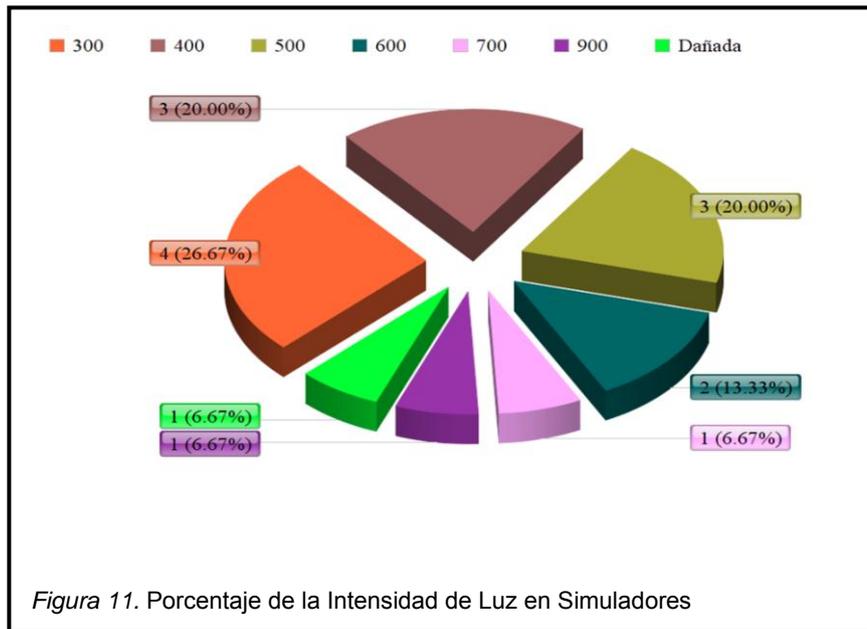
Las lámparas utilizadas en simuladores de la Universidad son instrumentos neutros, es decir que estas no se encuentran clasificadas ni en las de alta intensidad ni las de baja. Por esta razón, para que dichas lámparas realicen una adecuada polimerización, la intensidad de salida deber ser de 300 a 500 nw/cm² (Carrillo & Monroy, Métodos de activación de la fotopolimerización, 2009). Por otra parte, estudios muestran que una intensidad mínima de

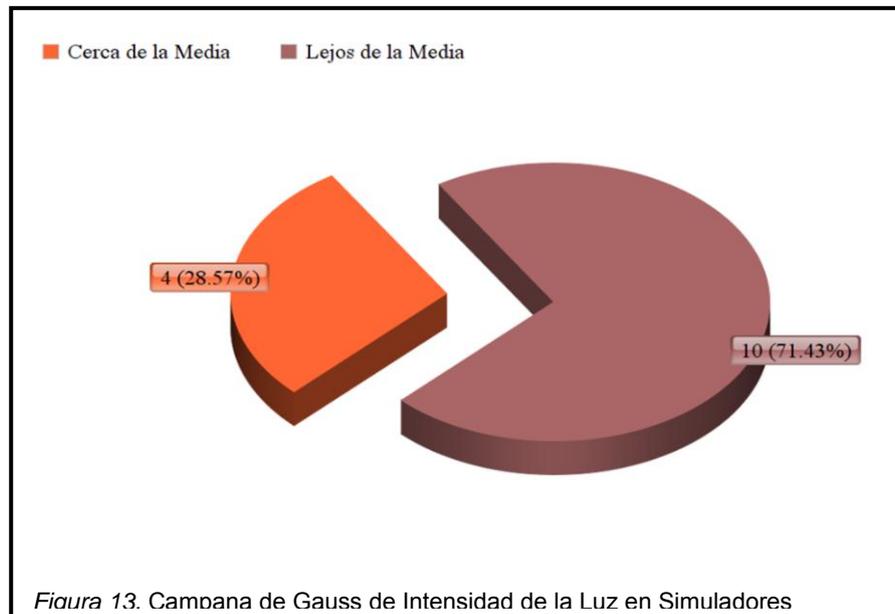
300nm/cm² es capaz de fotocurar gran cantidad de resinas compuestas, si esta se lo utiliza en el tiempo adecuado, más si poseen un rango menor al mencionado, entonces la lámpara no es capaz de fotopolimerizar un resina de 2 milímetros de profundidad durante 10 segundos. (López, Acebedo, Joya, & López, 2011). Además, los mismos sugieren que las lámparas de luz halógeno que se encuentran por debajo del rango de 233mW/cm² no endurecen adecuadamente los materiales utilizados para el tratamiento con un grosor de 3 milímetros (López, Acebedo, Joya, & López, 2011).

Dentro de este estudio se puede observar que el 56% del total se encuentran dentro del rango que proponen los autores, el 44% está por encima de lo estipulado y ninguna se encuentra por debajo.

TABLA 12. INTENSIDAD DE LUZ MEDIDA CON RADIOMETRO EN SIMULADORES

Número de Lámpara	Intensidad de luz (Nm/cm²)
Lámpara #1	400
Lámpara #2	Dañada
Lámpara #3	300
Lámpara #4	600
Lámpara #5	300
Lámpara #6	700
Lámpara #7	300
Lámpara #8	900
Lámpara #9	500
Lámpara #10	400
Lámpara #11	500
Lámpara #12	600
Lámpara #13	300
Lámpara #14	500
Lámpara #15	400





Además, el gráfico 12 y 13 muestran que a través del diagrama de Gauss, se encontró que el promedio de la intensidad entre las 14 lámparas y este es de 479 nw/cm^2 . De las cuales, el 71% se acerca a la media y el otro 29% no lo hace y corresponde a medidas extremas altas.

5.1.2.3 MEDICIÓN DEL ESTADO DE LA FIBRA ÓPTICA

Como última variable, se analizó de manera visual el estado de la fibra y para ello se utilizó la tabla 1, la cual contiene un rango medido en porcentaje con lo que se puede establecer la calidad de la fibra de cada lámpara. En el caso de los simuladores, como muestra el gráfico 14, se muestra que el 13% del total, es decir 2 lámparas se encuentran en óptimas condiciones y sin ningún tipo de daño en su fibra, otras 2 con el 13%, presentan que la fibra está en un estado evaluado en 80%, lo que significa que estas presentan un desgaste en cualquiera de sus lados y otras 2 (13%) se encuentran en un estado del 40%, lo que indica que la fibra ha sido reparada varias veces debido a la pérdida significativa de una parte. Por otra parte, el 27% del total de lámparas evaluadas (el rango más elevado) presenta un 70% de integridad; es decir que estas 4 unidades de trabajo presentan una pequeña parte de la fibra removida;

el 7% (1 lámpara) presenta el 50%, otra el 60% y otra el 90% de integridad, lo que equivale a que una parte representativa fue removida, existe la presencia de una fisura presenta un desgaste o fisuras y que además una pequeña parte fue quitada y existe la presencia de una fisura en la superior externa, esto respectivamente a cada lámpara mencionada. Finalmente una lámpara que representa el 6% posee un estado del fibra del 95%, es decir que la parte superior de la misma presenta un pequeño golpe pero aún se encuentra completa. Dichas estadísticas se muestran en la tabla 13 y gráfico 14.

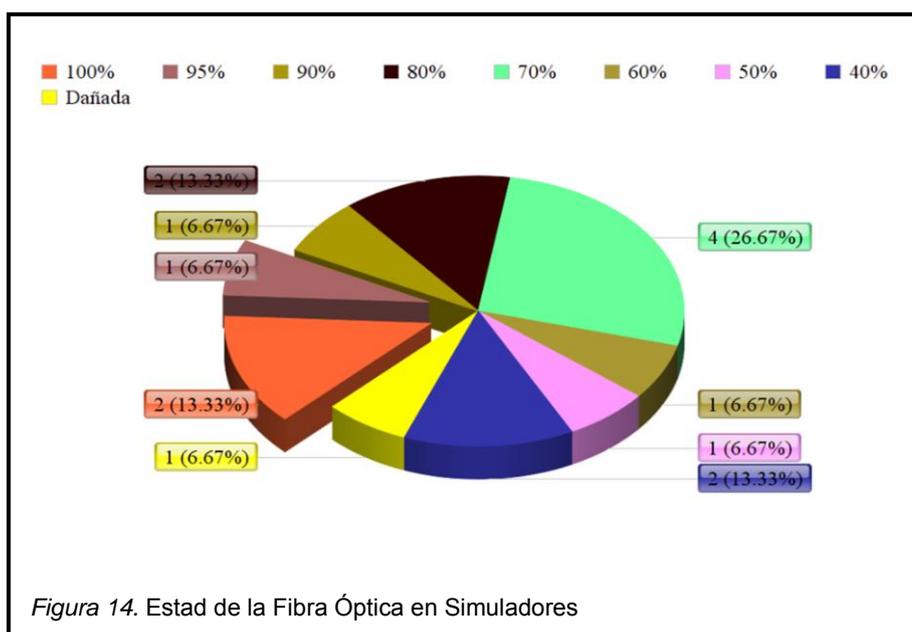


TABLA 13. ESTADO DE LA FIBRA EN SIMULADORES

Número de Lámpara	Fibra %
Lámpara #1	80
Lámpara #2	50
Lámpara #3	95
Lámpara #4	80
Lámpara #5	60
Lámpara #6	60
Lámpara #7	40
Lámpara #8	90
Lámpara #9	70
Lámpara #10	95
Lámpara #11	70
Lámpara #12	Dañada
Lámpara #13	Dañada
Lámpara #14	90
Lámpara #15	90

6. CAPITULO 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 26,98 grados hasta los 43,39 grados y todas las lámparas poseen diferente temperatura dentro del rango señalado. Estas no están tan dispersos de la media, la cual es de 37,97 grados y es por ello que todas las lámparas se encuentran dentro de la distribución normal de la muestra y ninguna de ellas sobre pasan esta temperatura. De esta manera ninguna de ellas causa afecciones pulpares.

Por otra parte, el rango de calor en las lámparas utilizadas en simuladores va desde los 34,88 grados hasta los 46,93 grados y todas las lámparas poseen diferente temperatura dentro del rango señalado. Estas no están tan dispersos de la media, la cual es de 39,92 grados y es por ello que todas las lámparas se encuentran dentro de la distribución normal de la muestra. No obstante, solo una de ella sobre pasa la temperatura indicada por los autores, por lo que podría causar una afección pulpar.

Las lámparas utilizadas en la Universidad son instrumentos neutros, es decir que estas no se encuentran clasificadas ni en las de alta intensidad ni las de baja. Por esta razón, de acuerdo a Carrillo y Monroy (2009) para que dichas lámparas realicen una adecuada polimerización, la intensidad de la luz deber ser de 300 a 500 nw/cm^2 .

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.

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 materia con el que se está trabajando.

Asimismo, autores como López, Acebedo y Joya (2011) muestran que una intensidad mínima de $300\text{nm}/\text{cm}^2$ 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 un 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). En nuestro estudio el 78% 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 18% restante no se encuentran en funcionamiento. 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 el período del segundo semestre del año 2015, cuando el proceso de mantenimiento no se había efectuado.

Con respecto a las lámparas utilizadas como simuladores, el 93% de las mismas poseen un rango mayor a 233 y $300\text{nw}/\text{cm}^2$ y la media de ellas, es de $479\text{nw}/\text{cm}^2$. El 7% restante no se encuentran en funcionamiento (dañada)

Por lo que estos datos sugieren que las lámparas se encuentran en correcto funcionamiento para fotocurar el material.

La literatura indica que la fibra óptica de la lámpara debe estar en condiciones óptimas, puesto que, esta influye en el grado de dispersión de la luz y en el rango de ángulos sobre los cuales puede emitir la luz. Por lo tanto, cualquier defecto en la fibra óptica “*aumentaría la falta de homogeneidad de la luz irradiada y de la polimerización del material*” (López, Acebedo, Joya, & López, 2011). En la presente investigación, para el caso de lámparas utilizadas en la clínica, se observa que 2 de ellas (9%) están en estado íntegro, otras 2 (9%) tiene un estado del 95% de integridad, el 17% se encuentra completamente dañada y el 65% restante oscilan entre un estado del 20 al 80% lo que indica que 15 de ellas presentan alguna fisura o degradación en su fibra.

En cuanto a las lámparas utilizadas como simuladores, 2 lámparas (13%) tienen un estado íntegro de su fibra, 1 de ellas (6%) posee en el 95% de integridad, el 7% está completamente dañado y el 74% restante oscila entre un estado del 40 al 90%; es decir 11 de ellas presentan alguna fisura o degradación en su fibra.

7. CAPITULO VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 CONCLUSIONES

La hipótesis de la investigación que se planteó fue que Las lámparas de luz halógena de la Facultad de Odontología se encuentran en condiciones aceptables para su uso. Esta hipótesis se cumple de manera parcial y esta afirmación se encuentra respaldada por las siguientes ideas

- Solamente 1 lámpara sobrepasa el rango de la temperatura estipulada por los autores.
- Solamente 1 de todas las que se encuentran en funcionamiento, poseen el rango mínimo de intensidad de luz lo que significa que estas si fotocuran de manera correcta los materiales utilizados.
- 5 lámparas (4 en clínica y 1 en simuladores) están completamente defectuosas y las 29 restantes presentan fisuras, cortes y degradaciones en su fibra óptica.

7.2 RECOMENDACIONES

Una vez finalizada la investigación se recomienda:

- Cambiar las lámparas que se encuentran en mal funcionamiento, por instrumentos nuevos.
- Cambiar las fibras ópticas por unas nuevas cuando estas se han sufrido algún tipo de daño o fisura.
- Revisar de manera periódica la intensidad de luz que emanan las lámparas.

REFERENCIAS

- Andrade, D. (2009). *Evaluación de la resistencia flexural de la resina filtex P60 sometida a polimerización a través de diferentes lámparas de fotocurado* (Postgrado USFQ, Quito). Recuperado de <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/782/1/91551.pdf>
- Arauzo, C. (2009). *Intensidad de la Potencia luminica producida por las lámparas halógenas de fotopolimerización usados en consultorios dentales partcuares, de cuantro distritos representantitvos del departamento de Lima* (Universidad Nacional Federico Villarreal, Lima, Perú). Recuperado de <http://www.cop.org.pe/bib/tesis/CARLOSJAVIERARAUZOSINCHEZ.pdf>
- Cabanes, G. (s.f.). *Fuentes lumínicas para la fotoactivación en Odontología*. Recuperado de <http://www.blanqueamientodental.com/secciones/articulos/cientificos-todo.php?cientifico=27>
- Carrillo, C., & Monroy, M. (2009 Septiembre-Octubre). Métodos de activación de la fotopolimerización. *Revista ADM*. Recuperado de <http://www.medigraphic.com/pdfs/adm/od-2009/od95d.pdf>
- Centro Odontologico Iparraguirre. (2015). *Curación con luz halógena* . Recuperado de http://www.clinicadentaliparraguirre.com/servicio_detalle.php?cod_servicio=6
- EcuRed. (2015). *Ley de Wien*. Recuperado de http://www.ecured.cu/index.php/Ley_de_Wien
- Fuentes , R. (2012). *Importancia de la técnica incremental en las restauraciones adhesivas realizadas en la clínica de internado de la Facultad Piloto de Odontología* . Recuperado de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/2741/1/FUENTES%20RONALD.pdf>

- Gómez, E. (2006). *Guía Básica de conceptos de Radiometría y Fotometría*. Recuperado de <http://laplace.us.es/campos/optica/general/opt-guia2.pdf>
- Loaiza, J. (2006). *Comparación del grado de penetración del haz de luz entre la lámpara halógena vrs la lámpara de Emsión de diodos en bloques de resina*. Obtenido de <http://bb9.ulacit.ac.cr/tesinas/Publicaciones/035115.pdf>
- López, O., Acebedo, J., Joya, L., & López, A. (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*. Recuperado de <http://www.rcio.org/index.php/rcio/article/view/40/84>
- Mallat, E. (s.f.). *Parámetros de interés de las lámparas de polimerizar*. Recuperado de http://clinicamallat.com/05_formacion/art_cien/odon_con/odc06.pdf
- Martinez, M. (2005). *Estudio Comparativo in vitro de la resistencia a la tension diametral de una resina compuesta fotopolimerizada con una lampara LED y una lámpara Halogena convencional* (Universidad de Chile, Santiago, Chile). Recuperado de http://www.tesis.uchile.cl/tesis/uchile/2005/martinez_m2/sources/martinez_m2.pdf
- NTE Electronics Inc. (2016). *Digital Infrared Thermometer*. Recuperado de http://www.nteinc.com/ecgproducts/pdf/DIT205_web.pdf
- Pérez, A. (2013). *Luz Halógena en la odontología*. Recuperado de 2015, de <http://fisica-alperit.blogspot.com/2013/05/luz-halogena-luz-azul-de-los-dentistas.html>
- Reviejo, M. (2002). *Eficacia de polimerizació de una moderna lámpara halógena a través de la cerámica* (Doctorado Universidad Complutense de Madrid, Madrid, España). Recuperado de <http://biblioteca.ucm.es/tesis/odo/ucm-t26128.pdf>
- Rovira, M. (2006). Lámparas de fotopolimerización. *Revista Odontológica de Especialidades*. Recuperado de

[http://www.infomed.es/rode/index.php?option=com_content&task=view
&id=67&Itemid=32](http://www.infomed.es/rode/index.php?option=com_content&task=view&id=67&Itemid=32)

- Ruano, D. (2005). *Medición comparativa de la temperatura producida por cuatro diferentes lámparas de luz halógena qz,tg al pasar a través de diferentes grosores de dentina y esmalte* (Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala) Recuperado de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/09/09_1416.pdf
- Tapia, R., Valenzuela, V., Zamorano, X., & Baena, R. (2010). Cuantificación de la generación térmica en acrílicos de autopolimerización. *Revista de Odontoestomatología*. Recuperado de http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0213-12852010000200004
- Warner, M. (2012). *Principios de la Fotopolimerización*. Recuperado de <http://vkimport.com/difusion-de-conocimientos/principios-de-la-fotopolimerizacion/>
- Word Press. (2013, Diciembre 9). ECG DIT-205 Digital Infrared Thermometer. *Wordpress*. Recuperado de <https://thermometergun.wordpress.com/2013/12/09/ecg-dit-205-digital-infrared-thermometer/>

ANEXOS

ANEXO 2



Imagen 1. Toma de Temperatura con Termómetro Digital a 1cm
Muestra Tomado por Galo Xavier Martínez Regalado



Imagen 2. Toma de Temperatura con Termómetro Digital a 1cm
Muestra Tomado por Galo Xavier Martínez Regalado

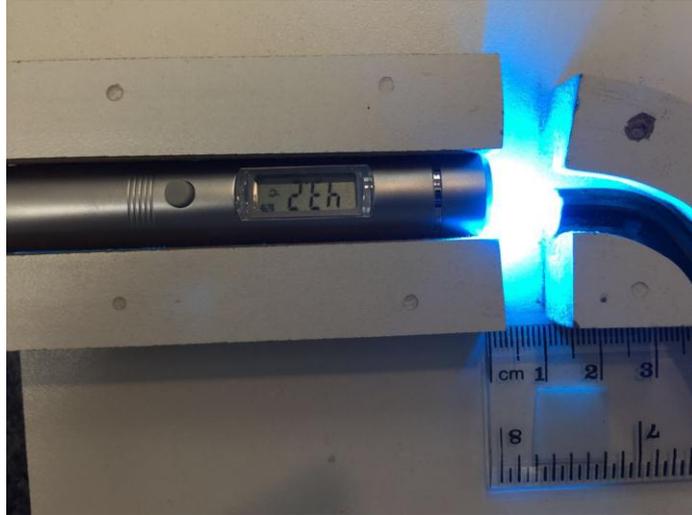


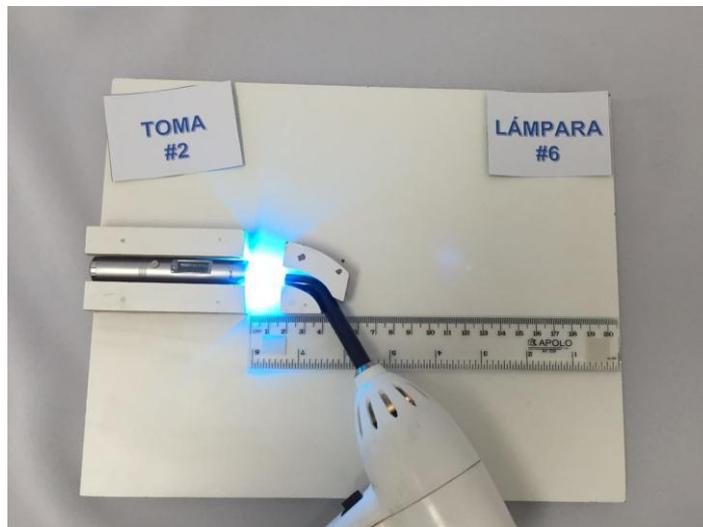
Imagen 3. Toma de Temperatura con Termómetro Digital a 1 cm
Muestra Tomado por Galo Xavier Martínez Regalado



Imagen 4. Toma de Temperatura con Termómetro Digital a 2 cm
Muestra Tomado por Galo Xavier Martínez Regalado



*Imagen 5.*Toma de Temperatura con Termómetro Digital a 2 cm
Muestra Tomado por Galo Xavier Martínez Regalado



*Imagen 6.*Toma de Temperatura con Termómetro Digital a 2 cm
Muestra Tomado por Galo Xavier Martínez Regalado



Imagen 7. Toma de Temperatura con Termómetro Digital a 3 cm
Muestra Tomado por Galo Xavier Martínez Regalado



Imagen 8. Toma de Temperatura con Termómetro Digital a 3 cm
Muestra Tomado por Galo Xavier Martínez Regalado

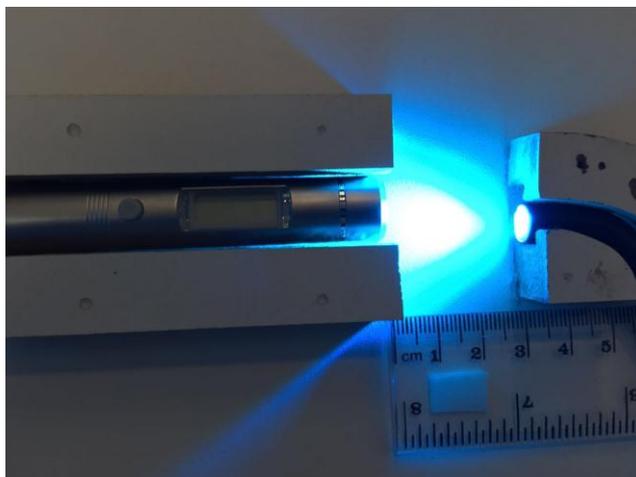


Imagen 9. Toma de Temperatura con Termómetro Digital a 3 cm
Muestra Tomado por Galo Xavier Martínez Regalado

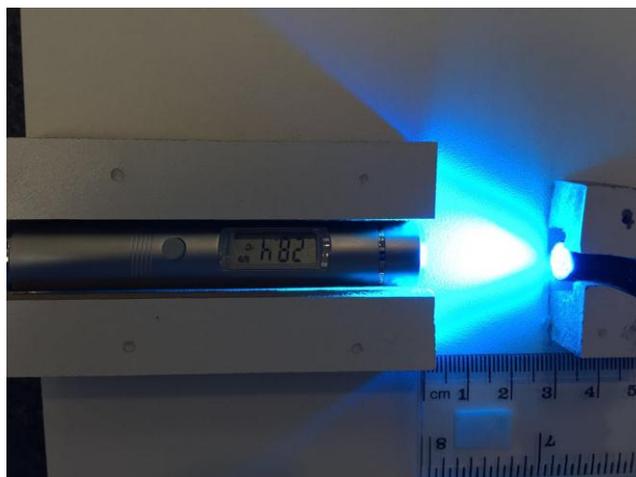


Imagen 10. Toma de Temperatura con Termómetro Digital a 3 cm
Muestra Tomado por Galo Xavier Martínez Regalado



*Imagen 11. Medición de la Intensidad de Luz con Radiómetro
Muestra Tomado por Galo Xavier Martínez Regalado*



*Imagen 12. Análisis del filamento del foco
Muestra Tomado por Galo Xavier Martínez Regalado*



Imagen 13. Análisis del filamento del foco y filtro
Muestra Tomado por Galo Xavier Martínez Regalado