

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León

Facultad de Odontología



Trabajo Monográfico para optar al Título de:

“CIRUJANO DENTISTA”

“Intensidad lumínica producida por las lámparas LED’s para fotopolimerización utilizadas por los estudiantes de Odontología en Clínicas del II semestre del año 2017, Facultad de Odontología UNAN-León.”

Autor:

Bra. Ivania Mercedes Castillo Duarte.

Tutor:

M. Sc. Joaquín Vega Montoya.

Asesor metodológico:

M. Sc. Manuel Paz Betanco.

León, Diciembre de 2017.

“A la libertad por la universidad”

Contenido

I.	<u>INTRODUCCIÓN</u>	4
II.	<u>OBJETIVOS:</u>	6
III.	<u>MARCO TEÓRICO</u>	7
A.	<u>HISTORIA DE LA FOTOPOLIMERIZACIÓN</u>	7
B.	<u>TIPOS DE LAMPARAS DE FOTOCURADO</u>	9
1.	<u>Luz Halógena de Cuarzo-tungsteno</u>	9
2.	<u>Lámparas de plasma Xenón Arco:</u>	10
3.	<u>Lámparas de láser de Argón:</u>	10
4.	<u>Lámparas de diodos:</u>	11
C.	<u>GENERACIÓN DE LAS LÁMPARAS DE FOTOCURADO LED</u>	12
1.	<u>Primera generación</u>	12
2.	<u>Segunda generación</u>	12
3.	<u>Tercera generación</u>	13
D.	<u>TÉCNICAS DE FOTOPOLIMERIZACIÓN:</u>	13
1.	<u>Técnica Convencional o Uniforme continúa:</u>	13
2.	<u>Técnica de en pasos:</u>	13
3.	<u>Técnica de pulso tardío:</u>	13
4.	<u>Técnica en rampa:</u>	13
E.	<u>PROCESO DE FOTOPOLIMERIZACION</u>	14
1.	<u>Intensidad de luz</u>	14
2.	<u>Longitud de onda</u>	14
3.	<u>Tiempo de exposición del material</u>	15
4.	<u>Reacción de polimerización</u>	15
5.	<u>Fases de la reacción de polimerización</u>	16
F.	<u>Factores que condicionan la eficacia de la reacción de polimerización</u>	17
1.	<u>Factores que dependen del material</u>	17
2.	<u>Factores que dependen de la fuente de luz</u>	18
G.	<u>Resinas compuestas</u>	19
H.	<u>Radiómetros</u>	20

1.	<u>Usos del Radiómetro:</u>	21
IV.	<u>ESTUDIOS RELACIONADOS</u>	22
V.	<u>DISEÑO METODOLOGICO</u>	24
1.	<u>Tipo de Estudio</u>	24
2.	<u>Área del estudio</u>	24
3.	<u>Población del estudio</u>	24
4.	<u>Unidad de Análisis</u>	24
5.	<u>Criterios de inclusión</u>	25
6.	<u>Criterios de exclusión:</u>	25
7.	<u>Método para la recolección de la información.</u>	25
8.	<u>Operacionalización de variables:</u>	28
9.	<u>Análisis de la información</u>	31
VI.	<u>RESULTADOS</u>	32
VII.	<u>DISCUSION DE LOS RESULTADOS</u>	50
VIII.	<u>CONCLUSIONES</u>	53
IX.	<u>RECOMENDACIONES</u>	54
X.	<u>BIBLIOGRAFÍA</u>	55
XI.	<u>ANEXOS</u>	57

INTRODUCCIÓN

El auge de la odontología estética ha forzado al desarrollo de avances y trabajos de investigación sobre los distintos materiales y equipos que se usan en Odontología. Debido a esta constante evolución, la atención del profesional puede inclinarse más al manejo de los materiales restauradores, por ejemplo, sistemas adhesivos; que al entendimiento de la manipulación del equipo que ayuda al funcionamiento ideal de estos materiales como son los sistemas de fotopolimerización.

La evolución de los sistemas de fotopolimerización ha venido en incremento, simplificando el uso clínico, optimizando el uso y mejorando los resultados en el proceso de polimerización. Un sistema de fotopolimerización ideal debería brindarle al clínico, un grado de polimerización óptimo para todos los materiales independientemente del fotoiniciador que utiliza el material, resguardado la integridad dental y pulpar.

Una de las desventajas de estos procedimientos radica en el fracaso clínico a corto o mediano plazo. Las propiedades físicas y mecánicas de las resinas compuestas están directamente relacionadas con un adecuado proceso de conversión de monómeros a polímeros. Su éxito clínico va a depender del grado de polimerización obtenido. Durante mucho tiempo el procedimiento de la fotopolimerización ha pasado desapercibido, a pesar de ser una de las principales causas en el fracaso de las restauraciones. (Chapel, 2016)

En un principio para el profesional resultaba relativamente difícil la adquisición de sistemas de fotocurado como eran las lámparas de tipo halógena, debido a sus elevados costos y en muchos casos su difícil mantenimiento. Hoy en día debido a la evolución de estos sistemas resulta relativamente fácil adquirir un sistema de fotocurado tipo LED's con su reducido costo en comparación a

sistemas de fotocurado de otro tipo, además de brindar igual o mejores resultados en la práctica clínica.

(Romero, 2014) en su estudio realizado en tres servicios privados de la ciudad de Guayaquil, encontró que los dentistas usan en el 57% lámparas de fotocurado Leds con intensidad promedio de 517mW/cm², según estos autores la intensidad mínima que tomaron como referencia fue de 600 mW/cm². Del total de lámparas de fotocurado Leds se encontró que solo en 40% están cumpliendo con su intensidad adecuada. Respecto a la marca se encontró que la 3M seguida de la Gnatus eran las que presentaban mejor intensidad lumínica.

(Meda, 2013) en su estudio de medición de intensidad lumínica en lámparas de fotocurado de la Universidad San Carlos de Guatemala, encontró que el 35% está en estado óptimo, 45% con contaminación de restos de resina compuesta o con restos de cemento, 10% las fibras con rayas o fisuras y otro 10% con fracturas. Según la marca, la más usada es la Coltene-Led 20% seguida de la Art-Led y Gnatus-Led con el 13%. De acuerdo a la intensidad, la Coltene-Led tuvo una intensidad de 676 mW/cm² siendo la más significativa del grupo estudiado. El 41% de las lámparas tenían entre 0 a 1 año de uso y concluyeron que en mayor tiempo de uso de una lámpara de fotocurado es menor la intensidad lumínica registrada.

En este estudio se pretende conocer ¿Cuál es la intensidad lumínica de las lámparas de fotocurado LED's utilizadas en clínicas por los estudiantes de Odontología de la UNAN-León en el segundo semestre del año 2017?

Y los resultados que se deriven de esta investigación servirán para brindar información actualizada de las unidades de fotocurado y su relación con variables de la práctica diaria odontológica.

OBJETIVOS:

OBJETIVO GENERAL:

Determinar la intensidad lumínica producida por las lámparas LED's para fotopolimerización utilizadas por los estudiantes de Odontología en Clínicas del II semestre del año 2017, Facultad de Odontología UNAN-León.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

1. Clasificar las lámparas de fotocurado LED's según los rangos de intensidad lumínica emitidas.
2. Medir el nivel de intensidad lumínica emitida por las lámparas de fotocurado LEDs según la marca comercial.
3. Relacionar la intensidad lumínica producida por las lámparas de fotocurado en relación al estado visual de la fibra óptica.
4. Determinar si la intensidad lumínica de las lámparas de fotocurado LED's depende del tiempo de adquisición y uso.

MARCO TEÓRICO

El desarrollo tecnológico de las lámparas de polimerización ha evolucionado considerablemente en estos últimos años en cuanto a su tecnología y forma de uso. Podemos polimerizar con lámparas Halógenas, Láser, de Plasma o de Diodos. Las lámparas de diodos emisores de luz LED, son una combinación de dos semiconductores. Cuando ambos tipos de semiconductores son combinados y un voltaje es aplicado, los electrones se conectan y producen luz del espectro azul, que logra la polimerización de compuestos resinosos. (Loazia, 2006)

HISTORIA DE LA FOTOPOLIMERIZACIÓN

La tendencia de las primeras resinas compuestas autopolimerizadas utilizadas en 1970 era a la decoloración, esto se debía a que la polimerización con peróxido de benzoilo/amina no era completa ni estable. La necesidad de mezclar dos componentes ocasionaba como consecuencia el atrapamiento de aire en el interior del material, lo que llevaba a un deterioro de las propiedades ópticas y mecánicas. Además, el tiempo de trabajo era relativamente largo. El pulido final se llevaba a cabo de 24 horas después (Sanchez, 2002)

Los problemas de las resinas compuestas autopolimerizadas podían ser evitados modificando el sistema de polimerización es aquí donde surge los sistemas de activación por luz. El primer tipo de fuente lumínica utilizada para la fotoactivación de las resinas compuestas en la década de los setenta fue la luz ultravioleta (365 nm) (Carrillo, 2009)

Las desventajas que presentaba la polimerización por luz ultravioleta era su limitada profundidad de polimerización, escasa capacidad de penetración, las capas de la resina compuesta tenían que tener un espesor de 100µm o menos, lentitud de fotoactivación, riesgo de dermatosis o lesión ocular ante exposiciones prolongadas y otros problemas como sombras a través de la estructura dental, por lo que fueron rápidamente reemplazados por la polimerización con la luz azul, utilizando la canforoquinona como fotoiniciador. (Sanchez, 2002)

Con la polimerización ya controlada por el operador, se lograba manejar de una mejor forma la contracción de polimerización, así mismo se mejoró la apariencia estética ya que se podían combinar varios colores en la misma restauración. (Sanchez, 2002)

Desde mediados de los ochenta y hasta mitad de los noventa, la principal fuente de iluminación utilizada ha sido la lámpara halógena, la cual ha sufrido una escasa evolución cualitativa durante este período ya que los principales esfuerzos científicos se encaminaban hacia la mejora de la polimerización mediante el desarrollo y evolución sobre la propia composición química de los materiales fotocurables. (Sanchez, 2002)

A partir de la luz azul se han desarrollado diferentes mecanismos o fuentes de luz con el objetivo de optimizar la polimerización del material. En virtud de lo anterior, se han desarrollado diferentes tipos de aparatos, los cuales se pueden clasificar en: (Romero, 2014)

- Lámparas halógenas.
- Lámparas de arco de plasma.
- Lámparas láser.
- Lámparas de luz emitida por diodos (L.E.D).

TIPOS DE LAMPARAS DE FOTOCURADO

Luz Halógena de Cuarzo-tungsteno

Esta fue desarrollada por los ingenieros de General Electric para su uso en las luces de los aviones ya que estas eran muy duraderas y brillantes a pesar de ser pequeñas. En este tipo de lámpara, la luz se produce cuando una corriente eléctrica fluye a través de un filamento de tungsteno. El filamento actúa como una resistencia y el paso de corriente genera calor, en el interior de su ampolla de vidrio existe una atmósfera gaseosa de halógena cuya función es evitar que el filamento incandescente se queme. (Romero, 2014), (Meda, 2013)

Estas lámparas producen luz blanca, para producir luz de una longitud de onda específica, esta se debe filtrar, como resultado gran parte de esta radiación es desperdiciada que es la infrarroja (95%) y genera calor. (Romero, 2014), (Meda, 2013)

El espectro de emisión de estas lámparas es de 360-500nm, con un pico energético en los 460 nm. En función de su potencia lumínica o intensidad, pueden subdividirse en dos tipos:

A) Halógenas convencionales, con una potencia lumínica por unidad de superficie de 350-700 mW/cm².

B) Halógenas de alta densidad de potencia, con una potencia lumínica mayor de 700-1700 mW/cm², que consigue mediante el uso de bombillas más potentes o puntas turbo, las cuales son capaces de recoger una mayor cantidad de luz procedente de la bombilla para enfocarla en un área más pequeña que, por tanto, recibirá una mayor densidad lumínica. (Romero, 2014), (Meda, 2013)

Lámparas de plasma Xenón Arco:

Estas lámparas se desarrollaron para reemplazar las lámparas halógenas ya que estas últimas tenían una exposición prolongada (40-60 segundos).

Las lámparas de plasma tienen que ser filtradas, ya que utilizan gran cantidad de luz infrarroja y ultravioleta.

Son lámparas de arco, es decir, emiten la luz mediante una descarga eléctrica en forma de arco voltaico entre dos electrodos de tungsteno separados a una determinada distancia.

En el interior de la lámpara existe un gas generalmente es de Xenón a elevada presión que evita la evaporación de los electrodos. (Romero, 2014)

El presentar un estrecho margen de emisión (450-500nm) conlleva a que estas lámparas no polimerizaran adecuadamente aquellos materiales que contengan un foto iniciador diferente, como la fenilpropandiona (410nm).

Los fabricantes afirman que estas unidades producen el curado de las resinas compuestas en uno a tres segundos y que, además, disminuyen la contracción de polimerización. Sin embargo, reducir la fotoactivación a uno o tres segundos puede dar lugar a un curado inapropiado del material, elevando el estrés de polimerización y provocando un aumento en la contracción. (historias de las lámparas. (Meda, 2013)

Lámparas de láser de Argón:

Es un láser con medio activo de tipo gaseoso (gas Argón). Emite una luz de 488nm o azul-verde de 488-514 nm y su irradiación está entre 750-1300

mW/cm². La ventaja de estas lámparas es que proveían propiedades físicas adecuadas y se necesitaba mucho menos tiempo que con el que se exponía con la lámpara Halógena la principal desventaja es que al tener una longitud de onda extremadamente estrecha, un gran número de materiales fotoactivables no son compatibles con este sistema, lo que unido a su alto coste explica el hecho de su escasa difusión para su aplicación en la fotoactivación de materiales de restauración dentales. (Romero, 2014)

Lámparas de diodos:

Las lámparas LED's constituyen el tipo de lámparas de fotopolimerización de tecnología más reciente, utilizando como fuente de iluminación los V-LED (visible-light emitting diodes).

Los V-LED, son fuentes de luz tipo luminiscente basadas en la utilización de determinados materiales semiconductores que poseen la propiedad de polarizarse al ser atravesados por la corriente eléctrica, emitiendo energía eléctrica óptica en forma de luz visible. Para producir este tipo de luz se necesita la combinación de dos diferentes semiconductores n-doped (carga y lubricación negativa) y p-doped (carga y lubricación positiva). Los n-doped tienen un exceso de electrones y los p-doped tienen una necesidad de electrones. Cuando ambos tipos de semiconductores son combinados y un voltaje es aplicado, los electrones del n-doped y los agujeros del p-doped son conectados, como resultado de la característica del diodo se genera una luz con una específica longitud de onda.

El color de la luz emitida (longitud de onda) depende del tipo de semiconductor utilizado en la confección del LED. En las lámparas de fotopolimerización habitualmente se utilizan varios LED's de forma simultánea (diodos), ordenados en círculos concéntricos que emiten una luz azul. (Meda, 2013)

El espectro de onda en una lámpara LED de Odontología emiten una luz azul de 450-480 nm, con un pico de absorción de 470 nm, este espectro coincide con la curva de absorción de la canforquinona, la eficiencia para fenilpropanodiona es limitada.

En función de la intensidad lumínica la podemos clasificar en:

- A. Lámparas de diodos convencionales: intensidad en torno a 400 mw/cm².
- B. Lámparas de diodos de alta irradiancia: intensidad en torno a los 1000-1200mw/cm².(Romero, 2014)

GENERACIÓN DE LAS LÁMPARAS DE FOTOCURADO LED.

Primera generación

Esta generación tenía un espectro de emisión estrecho que podía activar a las canforquinonas pero no a otros fotoiniciadores, por lo que no podía polimerizar por completo algunos materiales de resina, su poder de emisión de energía eran bajos requiriendo de elevados tiempos de polimerización para una polimerización completa y las puntas generaban un haz de luz pequeño y las lámparas tenían un tiempo de funcionamiento continuo insuficiente para apagarse. (Chapel, 2016)

Segunda generación

Estas lámparas tenían un mayor poder de emisión de energía fotónica, sin embargo y tienen un diodo de color con un espectro de emisión estrecho que no polimeriza todos los composites, muchas son inalámbricas, todas las baterías tienen una expectativa de vida limitada y su reposición es costosa, algunas tienen ventiladores que son ruidosos y pueden resultar en una trampa biológica.(Chapel, 2016)

Tercera generación

Estas lámparas poseen diferentes diodos que emiten luz con diferentes longitudes de onda, proporcionando la activación de otros fotoiniciadores aparte de la canforquinona(Chapel, 2016)

TÉCNICAS DE FOTOPOLIMERIZACIÓN:

Existen varias técnicas de polimerización física, estas son:

Técnica Convencional o Uniforme continúa:

En esta se mantiene una intensidad constante, del inicio al fin de la fotoactivación. Algunos autores creen que esta técnica genera mayor estrés en la interface entre el diente y la restauración. (Masiol, 2013)

Técnica de dos pasos:

En esta se reduce la intensidad durante unos segundos y posteriormente se aumenta dicha intensidad hasta terminar la polimerización, lo que permite liberación de estrés en la fase pre-gel. (Baratieri L., 2004)

Técnica de pulso tardío:

Se coloca una intensidad baja durante un periodo corto (3 a 5 segundos), se esperan varios minutos y luego se aplica la intensidad total hasta terminar la polimerización, aumentando así el tiempo de la fase pre-gel. (Baratieri L., 2004),

Técnica en rampa:

Iniciando la fotopolimerización con una baja intensidad y aumentar conforme va pasando el tiempo, hasta llegar a la intensidad máxima y terminar con la fotopolimerización, logrando así menos estrés en la restauración. (Masiol, 2013)

PROCESO DE FOTOPOLIMERIZACION

Intensidad de luz

La intensidad de la lámpara de fotocurado es la cantidad de fotones emitidos por estas unidades, es decir que fuentes con alta intensidad emitirán fotones en mayor cantidad en comparación con los de baja intensidad. Para que una resina sea polimerizada en su totalidad y que sus propiedades físico-mecánicas sean las mejores es necesario contar con una unidad de fotopolimerización que brinde una intensidad de luz ideal. La intensidad de luz se mide en mw/cm^2 (miliwatt por centímetro cuadrado), este valor podemos conocerlo con un aparato llamado radiómetro. Mientras mayor es la intensidad de luz y el tiempo para la fotopolimerización obtendremos mayor conversión de las resinas. Las primeras generaciones de LED tenían gran desventaja en cuanto a la intensidad en relación a las halógenas, sin embargo las nuevas generaciones LED poseen rangos superiores, llevando grandes ventajas sobre las halógenas. Actualmente se ha comprobado que la mínima intensidad que debe poseer una lámpara de fotopolimerización para realizar este procedimiento adecuadamente es de 600 mw/cm^2 . (Arauzo, 2009)

Longitud de onda

La luz visible se compone de espectros de ondas que forman energía electromagnética, y es fundamental para considerar a sí mismos los colores de los objetos. Las longitudes de onda de luz que varían en tamaño correspondiente a la luz visible es la que corresponde a la región entre 400nm y 700nm. Los colores existentes en el espectro son: violeta, azul, verde, amarillo, naranja y rojo. Por ello los colores que vemos en los objetos son el resultado de un proceso que incluye la reflexión y absorción de la luz. Para los materiales de resina, hay la necesidad de aplicar una luz con una longitud de onda específica, que pueda excitar el fotoiniciador presente para desencadenar la reacción de polimerización.

Actualmente, la luz utilizada para la fotoactivación de materiales de resina se concentra en el espectro de luz azul región (400 nm-500 nm). (Romero, 2014)

La longitud de onda que deben poseer una unidad de fotocurado para activar el fotoiniciador más común que es la canforoquinona es entre 440 y 490 nm. No obstante existen resinas que precisan longitudes de onda diferentes, lo que hará una deficiencia en la fotopolimerización. (Arauzo, 2009)

Al conocer que otros fotoiniciadores se activan con menor longitud de onda, el rango de la longitud de onda de la unidad de fotopolimerización debe ser de acuerdo al compuesto de la resina. Caso contrario las propiedades físicas y mecánicas del producto polimerizado no serán las idóneas para el resultado clínico que se espera obtener. (Romero, 2014)

Tiempo de exposición del material

Su unidad de medida es el segundo, este tiempo debe ser el necesario para generar la suficiente energía que requiere la restauración. El operador debe conocer la medida de la intensidad que posee la lámpara para determinar el tiempo adecuado que debe emplear en este procedimiento. No debemos excedernos del tiempo necesario porque podemos causar lesiones en tejidos blandos como también lesiones pulpares. (Romero, 2014)

Reacción de polimerización

Se denomina polimerización al proceso químico por el que los monómeros de la matriz de la resina compuesta (compuestos de bajo peso molecular) se agrupan químicamente entre sí dando lugar a una molécula de gran peso, llamada polímero, que es una cadena lineal o una macromolécula tridimensional. (Meda, 2013)

En la actualidad, la mayoría de las resinas compuestas disponibles son fotopolimerizables. La reacción de polimerización del material inicia cuando se le

suministra energía mediante una fuente de luz visible. A pesar de las indudables ventajas de este tipo de reacción, el principal inconveniente que presentan estos materiales es su inadecuada polimerización lo que da un endurecimiento incompleto del material, que se puede deber a que el proceso de polimerización se inicie con luz ambiental o que la lámpara de polimerización no funcione correctamente por lo que se produce un endurecimiento incompleto del material reduciendo sus características físicas y ópticas. (Meda, 2013)

Fases de la reacción de polimerización

En la reacción de polimerización de las resinas compuestas fotoactivadas se puede mencionar dos fases:

Fase oscura:

Es la que se produce tras el apagado de la lámpara y transcurren las primeras 24 horas tras el comienzo de la reacción, en la cual alcanza el grado de conversión definitivo.

Fase lumínica:

Es la que se produce durante el periodo en que la lámpara de polimerización está encendida.

B.1. Fase de Activación:

La energía necesaria para poner en marcha la reacción de polimerización no es otra que la energía fotónica procedente de fuentes de luz. Esta energía es la encargada de activar el fotoiniciador incorporado en el material, sustancia sensible a una determinada longitud de onda.

B.2. Fase de iniciación o de inducción:

En esta fase el iniciador activado previamente por la luz, se combina con una amina terciaria generando radicales libres.

B.3. Fase de propagación:

En esta fase los radicales libres se combinan con los monómeros convirtiéndolos a su vez en especies reactivas capaces de unirse a otros monómeros. Se conectan entre sí a través de enlaces covalentes formando moléculas de cadenas más largas denominadas polímeros. Una vez que comienza el proceso, la reacción progresa a una velocidad considerable. Aunque teóricamente la reacción en cadena prosigue hasta que todo el monómero se transforma en polímero.

B.4. Fase de terminación:

Esta es la fase final de la reacción y se puede producir por el acoplamiento de dos cadenas en crecimiento para formar una cadena terminal. (Meda, 2013)

Esta clasificación en “fases” es en realidad artificial, puesto que, en el caso de las resinas compuestas dentales, las fases de activación, inducción, propagación y terminación, son simultáneas, y el polímero resultante se compone de cadenas de diversas longitudes. (HenostrozaH, 2006)

Factores que condicionan la eficacia de la reacción de polimerización

Factores que dependen del material

Espesor de la capa de la resina compuesta:

La capa más externa de la resina compuesta suele recibir suficientes fotones y adquiere unas propiedades adecuadas. Sin embargo, cuando la luz atraviesa la resina compuesta se produce una atenuación debida a los fenómenos de absorción y dispersión que sufre la radiación. (Romero, 2014)

Color de la resina compuesta:

Los pigmentos que incorporan las resinas compuestas para conseguir las diferentes tonalidades de los dientes pueden ser un impedimento para el paso de luz. En general, se admite que los colores más oscuros experimentan una polimerización menos profunda que los más claros. Pero lo que realmente determina el grado de conversión y profundidad de curado es la translucidez de la resina compuesta y no tanto el color del mismo. (Romero, 2014)

Tipo de relleno:

A mayor porcentaje de relleno y a mayor tamaño de partícula, mayor será la profundidad de polimerización, ya que la luz atraviesa mejor el relleno que la resina. En una restauración de resina compuesta recién colocada, ya que producirá una cierta contracción que contrarrestará en parte la contracción de polimerización. Una vez que se completa la reacción química de fraguado, la resina tiene una solubilidad relativamente reducida. (Romero, 2014)

Factores que dependen de la fuente de luz

1.1.1.1. Espectro de la emisión:

Para conseguir una polimerización adecuado lo ideal sería que las curvas de emisión de las lámparas y las curvas de absorción de los foto activadores que contiene el material coincidieran. Los fotoiniciadores incorporados a los materiales restauradores se activan absorbiendo radiaciones con las siguientes longitudes de onda: la canforoquinona (CQ) entre 450-490nm, con un pico de 468 nm; la fenilpropandiona entre 400-450nm, con un pico de 410 nm y la lucerina entre 350-420nm con un pico en los 400 nm. Estos intervalos de emisión se corresponden con la zona de los azules. (Romero, 2014)

Irradiancia:

Es el flujo por unidad de área que recibe una superficie, y que es emitido por una fuente de luz. Cuanto mayor sea la irradiancia, mayor número de fotones estarán presentes, y cuanto mayor sea el número de fotones presentes, mayor será el número de Canforoquinonas que alcanzaran el estado excitado para reaccionar con la amina y formar radicales libres, con lo que mayor será la extensión de la polimerización de la resina compuesta. (Romero, 2014)

Resinas compuestas

En la actualidad, en odontología existen tres tipos de biomateriales, de acuerdo con el tipo de materiales que los constituyen: los metálicos y sus aleaciones; los orgánicos como acrílicos y los inorgánicos como las cerámicas puras. Cualquier mezcla que se produzca entre ellos, toma el nombre de compuesto o composite (Steenbecker G, 2006)

El primer biomaterial compuesto que fue usado en odontología son las resinas compuestas, generalmente llamado composites. Bowen R. En 1963 por otra, logra sintetizar el primer material estetico, adhesivo, de aplicación directa, multipropocito, de origen copolimerico (gracias a la unión entre diacrilato y epóxidos), el BIS-GMA (Bisfenol A – Glicidilo Meta Acrilato). Este componente lo encontramos no solo en resinas sino tambien en los compomeros, ceromeros, resinas flow, etc. (Steenbecker G, 2006)

Al BIS-GMA se le adiciona un relleno inorgánico, que son óxidos provenientes del silicio, la particula con silice como base, es recubierta por un agente de enlace,el vinil silano, para lograr la unión química entre ella y el BIS GMA. Por su grupo silano se une a la partícula, y por su grupo vinilo a BIS-GMA.(10). (Steenbecker G, 2006)

La matriz orgánica esta formada por el BIS-GMA (molécula de Bowen), que es un comonomero integrado por una resina epóxica y una resina vinilica.

También se puede utilizar el uretano dimetacrilato (UDMA) conformado por una resina compuesta, de la unión de un poliol, un isocinato y un metil metacrilato. Ambos compuesto estan potencializados por procesos químicos o fotoquímicos. Los plastificantes son los destinados a bajar la viscosidad de la matriz orgánica, como el metil metacrilato(MMA), el etilenglicol dimetacrilato(EGDMA) y el trietilenglicol dimetacrilato (TEGDMA). Debido a su propocion en que se agregan se les llama oligomeros. (Steenbecker G, 2006)

Los compuestos inorgánicos se presentan en forma de partículas de diferente forma y tamaño, en donde el atomo de silicio, siempre esta presente. Se utiliza como relleno: el cuarzo, silice, la silica pirolítica, critales o vidrios de bario y estroncio, silicatos de litio aluminio e incluso hidroxiapatita sintética. (Steenbecker G, 2006)

De acuerdo con el tamaño de las partículas, las resinas compuestas se pueden clasificar en macropartículas(0.04um) partículas pequeñas(no mayores de 0.01 um) micropartículas (0.004um) híbridas y microhíbridas. (Steenbecker G, 2006)

Radiómetros

Son aparatos que se utilizan para medir la potencia de cualquier lámpara L.E.D. o halógena. Estos aparatos constan de un fotodiodo que al recibir la luz, genera unmilivoltaje. El fotodiodo es sensible a la luz azul, que es la que es capaz de excitar las moléculas del fotoactivador. Por lo tanto, un radiómetro para lámparas medirá la intensidad de la luz azul emitida por las mismas. (Meda, 2013)

Algunas lámparas llevan un radiómetro incorporado aunque también se consiguen individuales. Los radiómetros convencionales no son válidos para medir la intensidad de la luz emitida por las lámparas de arco de plasma o las de láser de argón. (Meda, 2013)

Se ha constatado que los distintos radiómetros dan lecturas diferentes para una misma lámpara y una misma guía. Una causa puede estar en que la ventana de lectura sea de distinto diámetro que la guía. Si el diámetro de la guía es menor que el de la ventana, la lectura será inferior a la real y viceversa. (Meda, 2013)

El radiómetro mide la intensidad de luz que emerge de la punta de la guía de la 41 unidad de fotocurado, esta se mide en mw/cm^2 ; Una intensidad adecuada es por encima de $400 \text{ mw}/\text{cm}^2$ y lo ideal es por encima de $600 \text{ mw}/\text{cm}^2$, si el resultado es menor a $400 \text{ mw}/\text{cm}^2$ es porque existe fallas en el bombillo. (Monserrath, 2016)

Usos del Radiómetro:

- **Mantener un Proceso de Curado con Luz Confiable.**

Un radiómetro ayuda a asegurar que un sistema de curado con luz siga proporcionando los niveles de intensidad y dosis requeridos para un curado exitoso. (Monserrath, 2016)

- **Medir las Tasas de Transmisión a través de los Substratos.**

Se puede utilizar un radiómetro para medir las tasas de transmisión de varias longitudes de onda a través de los substratos que a veces absorben varias frecuencias de energía. Para garantizar un proceso de curado efectivo, es crítico medir la intensidad de la luz que llega a la resina debajo del substrato en medio. (Monserrath, 2016)

ESTUDIOS RELACIONADOS

(Romero, 2014) En su estudio realizado en tres servicios privados de la ciudad de Guayaquil, encontró que los dentistas usan en el 57% lámparas de fotocurado Leds con intensidad promedio de 517 mw/cm^2 , según estos autores la intensidad mínima que tomaron como referencia fue de 600 mw/cm^2 . Del total de lámparas de fotocurado Leds se encontró que solo en 40% están cumpliendo con su intensidad adecuada. Respecto a la marca se encontró que la 3M seguida de la Gnatus eran las que presentaban mejor intensidad lumínica.

(Meda, 2013) En su estudio de medición de intensidad lumínica en lámparas de fotocurado de la Universidad San Carlos de Guatemala, encontró que el 35% está en estado óptimo, 45% con contaminación de restos de resina compuesta o con restos de cemento, 10% las fibras con rayas o fisuras y otro 10% con fracturas. Según la marca, la más usada es la Coltene-Led 20% seguida de la Art-Led y Gnatus-Led con el 13%. De acuerdo a la intensidad, la Coltene-Led tuvo una intensidad de 676 mw/cm^2 siendo la más significativa del grupo estudiado. El 41% de las lámparas tenían entre 0 a 1 año de uso y concluyeron que en mayor tiempo de uso de una lámpara de fotocurado es menor la intensidad lumínica registrada.

(Cabanillas, 2016) En su estudio realizado en la ciudad de Trujillo, Perú en el año 2015, encontró que, de 81 lámparas evaluadas, el 93.8% tenían una intensidad de luz emitida eficiente. Respecto a la marca, evaluaron 27 unidades Woodpecker, y de estas el 88.9% tenían luz eficiente y 11.1% emitieron luz no factible. De la marca Curing Light evaluaron 18 unidades, donde todas emitieron una intensidad lumínica eficiente. Evaluaron además otras marcas no especificadas, en total 36 unidades, donde el 94.4% emitieron una intensidad lumínica eficiente, 2.8% no factible y 2.8% deficiente. De acuerdo al tiempo de uso, se encontró que 22 unidades tenían menos de 1 año de uso emitiendo el 100% intensidad lumínica eficiente, 54 unidades tenían entre 1 a 3 años de uso

emitiendo 92.6% intensidad lumínica eficiente, 5.6% no factible y 1.9% deficiente. 5 unidades tenían más de 4 años de uso y de estas, el 80% emitieron una intensidad lumínica eficiente y el 20% no factible.

(Martínez, 2016) En su estudio de evaluación de intensidad de luz emitida por lámparas de fotocurado usadas en Clínicas de la Facultad de Odontología de la Universidad de Guayaquil, encontró que 45 unidades eran de tipo LED's, y de éstas el 83% emitieron luz en los rangos de 200 a 399 mw/cm² y solo el 16.5% se encontraban en rangos superiores a 400 mw/cm². De acuerdo a la marca, la más usada fue la Tigger en el 64%. Se constató que ninguna de las unidades tenía fracturas en la fibra de vidrio.

(Matallana, y otros, 2010) En su estudio realizado en la ciudad de Bucamaranga y su área metropolitana, se encontró que los dentistas usan en el 41% lámparas Leds (45 unidades), de las cuales el 37.8% presentaron una intensidad lumínica alta con resultados estadísticamente significativos. De acuerdo al tiempo de uso de la lámpara de fotocurado, encontraron que el 48% de consultorios tenían más de 3 años de contar con la misma lámpara.

(López, Acebedo, Joya, & López, 2011) Realizaron un estudio donde evaluaron 64 unidades de fotocurado donde el 33% eran LED's. De manera general se encontró que el 39% poseían una luz no efectiva más las siguientes alteraciones en la fibra óptica: 48% contaminación, 8% fractura y contaminación, 4% rayado y contaminación y el 12% fractura. El 93.8% tenían adecuada la fibra óptica para fotopolimerizar. Además, que el 40% tenían una intensidad de salida adecuada. Siendo estas las únicas unidades que garantizarían una adecuada polimerización de las resinas compuestas.

DISEÑO METODOLOGICO

Tipo de Estudio

El presente estudio fue Transversal Analítico con variables descriptivas.

Área del estudio

El área de estudio correspondió a las áreas de Clínicas Multidisciplinarias y Clínica “Niños Mártires de Ayapal” de la Facultad de Odontología de la UNAN-León.

La Clínica Multidisciplinaria se encuentra ubicada en el II Piso del Edificio Central del Complejo Docente de la Salud (CDS), en el sector sureste de este edificio.

La Clínica “Niños Mártires de Ayapal” se encuentra ubicada a unos 100 metros del Edificio Central del CDS y se ubica al norte con el Laboratorio Mauricio Díaz Müller , al sur con la Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales, al oeste con el Edificio de Posgrado de la Facultad de Odontología y al este con el parqueo.

El CDS se encuentra ubicado a 200 metros al sur del Cementerio de Guadalupe de la Ciudad de León.

Población del estudio

45 Lámparas de fotocurado Leds utilizadas por los estudiantes de III, IV y V Curso de la Facultad de Odontología de la UNAN-León.

Unidad de Análisis

Correspondió a cada una de las lámparas LED´s utilizadas por los estudiantes de III, IV y V Curso de la Facultad de Odontología de la UNAN-León.

Criterios de inclusión

- Lámparas de fotocurado LED's propiedad de la Facultad de Odontología de la UNAN-León.
- Lámparas de fotocurado LED's propiedad de los estudiantes de III, IV y V curso de la carrera de Odontología.

Criterios de exclusión:

- Estudiantes que posean lámparas de fotocurado LED'sy que no desean ser evaluadas.

Método para la recolección de la información.

Solicitudes:

1. Se pedirá la autorización a la dirección de Clínicas Multidisciplinarias y de Ayapal para poder tener acceso al área de trabajo clínico durante el transcurso de los componentes que se imparten en el segundo semestre en la Facultad de Odontología UNAN-León.
2. Se solicitará el préstamo del radiómetro LED's propiedad de la facultad de Odontología.
3. Se solicitara el préstamo de las lámparas LED's propiedad de la facultad de Odontología utilizadas en Clínicas Multidisciplinarias y de Ayapal, la cuáles serán las primeras en ser evaluadas.

Recolección de datos:

Para evaluar las lámparas propiedad de la facultad se realizara:

- ❖ Autorización del propietario

- ❖ Se colocara un numero código en lugar del nombre del propietario (solo para llevar el control)
 - ❖ Se anotara el nombre comercial de la lámpara y modelo de la misma.
 - ❖ Con ayuda de una lupa se realizará la inspección visual de la fibra óptica de la lámpara anotando la presencia de:
 - Residuos: libres, adherente e incrustada
 - Fracturas:
 - Simples: sin pérdida de superficie.
 - superficiales (raspaduras), oblicuas, verticales, horizontales,
 - Compuestas: con pérdida de superficie.
 - Muecas.
 - ❖ Con ayuda del radiómetro se tomara la medida de la intensidad lumínica
 - Se limpiara el sensor del radiómetro antes de cada muestra.
 - Se colocando la lámpara en modo de Técnica Convencional o Uniforme continua
 - Se encenderá el radiómetro con el interruptor lateral del dispositivo.
 - Se colocara la parte activa de la fibra óptica en el sensor del radiómetro asegurando que esta esté completamente perpendicular y en contacto con la superficie del sensor. En caso de presentar residuos de cualquier clase no se realizara ninguna intervención con fines de limpieza.
 - Se accionara la lámpara evitando que esta se mueva en 1 intervalos de 10 segundos mientras es emitida la luz.
 - Se anotando el valor obtenido mostrado en la pantalla digital del radiómetro
 - Terminada la toma de la muestra se apagara el radiómetro para queesté preparado para la siguiente toma.
 - ❖ Se preguntara el tiempo que tiene de haberla adquirido y usado
 - ❖ Se preguntara si el uso es personal, o si es prestada ocasionalmente a compañeros para la utilización de la lámpara.
4. Una vez finalizado el análisis de las lámparas propiedad de la facultad, se procederá a asistir a los turnos de los diferentes componentes, empezando en la Clínica Multidisciplinaria finalizando en la Clínica de Ayapal.
 5. En los turnos se le preguntara a cada estudiante presente si posee o porta una lámpara de fotocurado LED's. en caso de ser negativa la respuesta se anotara el nombre del estudiante para descartarlo al ser encontrado en otra

turno. Al ser positiva la respuesta procederemos a realizar el análisis de la siguiente manera.

- ❖ Autorización del propietario
- ❖ Nombre del propietario para llevar el control.
- ❖ Se anotara el nombre comercial de la lámpara y modelo de la misma.
- ❖ Con ayuda de una lupa se realizará la inspección visual de la fibra óptica de la lámpara anotando la presencia de:
 - Residuos: libres, adherente e incrustada
 - Fracturas:
 - Simples: sin pérdida de superficie.
 - superficiales (raspaduras), oblicuas, verticales, horizontales,
 - Compuestas: con pérdida de superficie.
 - Muecas.
- ❖ Con ayuda del radiómetro se tomara la medida de la intensidad lumínica
 - Se limpiara el sensor del radiómetro antes de cada muestra.
 - Se colocando la lámpara en modo de Técnica Convencional o Uniforme continua
 - Se encenderá el radiómetro con el interruptor lateral del dispositivo.
 - Se colocara la parte activa de la fibra óptica en el sensor del radiómetro asegurando que esta esté completamente perpendicular y en contacto con la superficie del sensor. En caso de presentar residuos de cualquier clase no se realizara ninguna intervención con fines de limpieza.
 - Se accionara la lámpara evitando que esta se mueva en 1 intervalos de 10 segundos mientras es emitida la luz.
 - Se anotando el valor obtenido mostrado en la pantalla digital del radiómetro
 - Terminada la toma de la muestra se apagara el radiómetro para que esté preparado para la siguiente toma.
- ❖ Se preguntara el tiempo que tiene de haberla adquirido y usado
- ❖ Se preguntara si el uso es personal, o si es prestada ocasionalmente a compañeros para la utilización de la lámpara.

Operacionalización de variables:

Variable	Definición operacional	Indicador	Valor
Intensidad lumínica	En fotometría, la intensidad luminosa se define como la cantidad de flujo luminoso que emite una fuente por unidad de ángulo sólido.	Lectura de la intensidad lumínica en mw/cm^2 en un radiómetro.	<ul style="list-style-type: none"> • Rango más bajo del convencional de 399 a menos mw/cm^2. • Convencionales: 400-999 mw/cm^2. • Alta irradiación: 1000-1200 mw/cm^2.
Marcas de lámparas de fotocurado Leds	Señal que permite identificar o distinguir un producto.	<ul style="list-style-type: none"> • Presenta una etiqueta en la lámpara o en su estuche. • No presenta etiqueta. 	<ul style="list-style-type: none"> • Nombre asignado por la casa fabricante. • No tener nombre (Sin marca).
Estado visual de la fibra óptica.	Debe de ser una superficie lisa, libre de fracturas o grietas evidentes ni de residuos de materiales	Observación con lupa: <ul style="list-style-type: none"> • <u>Residuos:</u> Residuos libres: Impurezas no fijadas en 	<p>Adecuado: No contiene fracturas ni residuos.</p> <p>Inadecuado: contiene residuos</p>

	<p>polimerizarles como resina o adhesivo.</p>	<p>superficie, fácilmente eliminadas.</p> <p>Residuos adherentes: Impurezas fijadas que precisan una acción mecánica o química para desprenderla del soporte.</p> <p>Residuos incrustados: Impurezas introducidas en relieve.</p> <ul style="list-style-type: none"> • <u>Fracturas:</u> <p>Fracturas simples:</p> <p>Superficiales: Desgaste en la superficie sin pérdida de estructura (raspaduras).</p> <p>Oblicuas: Fisura con trayectoria oblicua respecto al eje longitudinal.</p> <p>Horizontales: Fisura con trayectoria horizontal respecto al eje longitudinal.</p> <p>Verticales: Fisura con trayectoria vertical respecto al eje longitudinal.</p> <p>Fracturas compuestas:</p>	<p>y/o fracturas.</p>
--	---	---	-----------------------

		Muecas: Fractura que involucra perdida de estructura.	
Tiempo de haber adquirido y estar usando la lámpara de fotocurado Leds	Corresponde al tiempo transcurrido desde la compra o adquisición del producto hasta el momento del estudio.	Respuesta del propietario de la lámpara.	<ul style="list-style-type: none"> • Menos de 6 meses. • 6 meses. • 1 año. • 2 años. • 3 años. • Más de 3 años. • No sabe/No responde.

Análisis de la información

Para llevar a cabo el desarrollo de los objetivos del presente estudio se hizo uso de las siguientes pruebas estadísticas.

Prueba de independencia Chi-cuadrado (X^2)

- Si el valor de la significación es mayor o igual que el *Alfa* (0.05), se acepta la hipótesis.
- Pero si el valor de significaciones es menor que *Alfa* se rechaza.

Anova de un factor:

Prueba de homogeneidad de varianzas

- Si el nivel crítico (sig.) es menor o igual que 0.05, debemos rechazar la hipótesis de igualdad de varianzas.
- Si es mayor, aceptamos la hipótesis de igualdad de varianzas.

Un factor

- Si el nivel de significación (sig.) intraclass es menor o igual que 0.05, rechazamos la hipótesis de igualdad de medias.
- Si es mayor aceptamos la igualdad de medias, es decir, no existen diferencias significativas entre los grupos.

Comparaciones múltiples

- Los grupos cuyas medias difieren de forma significativa (a nivel de 0,05) son los que presentan diferencias estadísticamente significativas entre sí.
- Cuando la F de la tabla de análisis de la varianza es no significativa, la conclusión es que el factor no influye en la variable dependiente, es decir, los distintos niveles del factor se comportan de igual forma en lo que a la variable dependiente se refiere.
- Pero si tal F es significativa sólo se puede concluir que, por lo menos, dos niveles del factor producen distintos efectos en al dependiente. Quiere esto

decir que habrá que estudiar entre qué niveles se den esas diferencias significativas

RESULTADOS

Tabla 1.

Clasificación de las lámparas de fotocurado LED's según los rangos de intensidad lumínica emitidas. Facultad de Odontología, UNAN-León. II Semestre 2017.

Lámparas LEDS	Frecuencia	Porcentaje
Bajo de 399mw/cm² a menos	12	26.7
Convencionales 400 - 999mw/cm²	26	57.8
Alta irradiación 1000 -1200 mw/cm²	7	15.6
Total	45	100.0

Fuente: primaria.

En la tabla número 1 se observa la clasificación de las lámparas LED según si intensidad lumínica usadas en la facultad de Odontología de las 45 lámparas de fotocurado LED's que utilizan los estudiantes de III, IV y V año de la Facultad de Odontología, el 26.7% se encuentran en rangos menores a 399 mw/cm² correspondiente a los rangos de baja irradiación, el 57.8% se encuentran en rangos de intensidad de 400 a 999 mw/cm² correspondientes a irradiación convencionales, el 15.6% presentaban alta irradiación con 1000 a 1200 mw/cm².

Tabla 2. Nivel de intensidad lumínica emitida por las lámparas de fotocurado LEDs según la marca utilizadas por los estudiantes de Odontología. Facultad de Odontología, UNAN-León. II Semestre 2017.

Marca de la Lámpara de fotocurado LEDS	Baja		Convencional		Alta		Total	
	F	%	F	%	F	%	F	%
Mini LED	1	2	4	9	0	0	5	11
Mini LED Satalec	0	0	1	2	0	0	1	2
LED Light	0	0	3	7	0	0	3	7
3M Elipar	0	0	0	0	1	2	1	2
DynaLED	0	0	1	2	1	2	2	4
Bella Curin Light	2	4	0	0	0	0	2	4
LED Curing Light	3	7	7	16	0	0	10	22
LED Curing Light Rainbow	2	4	5	11	1	2	8	18
RD LED B CE	0	0	1	2	0	0	1	2
LED Curing Light Wise & Wireless	1	2	1	2	0	0	2	4
Optimal	0	0	0	0	1	2	1	2
LED Edition	0	0	1	2	0	0	1	2
Woodpecker LED CE	1	2	1	2	0	0	2	4
Sin Marca	2	4	1	2	3	7	6	13
Total	12	27	26	58	7	16	45	100.0

Nota:

F= Frecuencia

%= Porcentaje

De las 45 lámparas LED's de fotocurado según la marca e intensidad lumínica, encontramos la marca Led Curing Light en 10 unidades para un 22%; seguida de la marca Led Curing Light Rainbow con 8 unidades para un 18%, así también se encontraron 6 lámparas sin marca para un 13% y 5 lámparas marca Mini Led con el 11%.

En referencia a la intensidad lumínica, de las lámparas Led Curing Light, ninguna se encontró con intensidad de alta irradiación, pero el 16% se encontraban con intensidad convencional y 3 de ellas (7%) se encontraron con rangos de intensidad menor al convencional es decir menos de 399 mw/cm^2 .

De las lámparas Led Curing Light Rainbow, se encontró 1 (2%) con alta irradiación, 5 (11%) con intensidad convencional y 2 (4%) con rangos de intensidad menor al convencional es decir menos de 399 mw/cm^2 .

Dentro de una serie de lámparas sin marca inscrita en su mango, caja o extremos; se encontraron 3 (7%) con alta irradiación, 1 (2%) con intensidad lumínica convencional y 2 lámparas (4%) con rangos intensidad menor al convencional es decir menos de 399 mw/cm^2 .

Es interesante mencionar a la marca Mini Led con 5 unidades, de las cuales 4 (9%) se encontraban en los rangos de intensidad convencional y 1 (2%) con rango de intensidad menor al convencional es decir menos de 399 mw/cm^2 .

En la marca Led Light se encuentran en 3 unidades de fotocurado, las que presentan una intensidad lumínica convencional.

En las marcas Dynated, Bella Curing Light, Led Curing Light Wise&Wrieless y Woodpecker Led CE, se encontró 2 unidades de fotocurado, respectivamente. De esta, se observó que la Dynated presento 1 lámpara alta irradiancia (2%), y 1

con intensidad convencional (2%), al igual que la marca Led Curing Light Wise & Wireless y Woodpecker Led CE.

Se observó además que este grupo 2 lámparas de intensidad por debajo del convencional correspondientes a las marcas Led Curing Light Wise & Wireless y Woodpecker Led CE.

La marca Bella Curing Light presentó 2 lámparas (4%) con rangos inferiores a los 399 mw/cm².

Se encontraron las marcas 3M SpeElipar y Optimal con 1 lámpara (2%) respectivamente, con rango de intensidad lumínica de 1000 a 12000 mw/cm².

Las marcas RD Led B CE, Mini Led Satelec y Led Edition con 1 unidad respectivamente con rangos de intensidad lumínica convencionales.

Tabla 3.1.

Estado visual general de la fibra óptica de las lámparas de fotocurado Leds.

Fibra Óptica	Adecuado		Inadecuado		Total
	N	%	N	%	
Baja Irradiación	1	8	11	92	12
Convencionales	2	8	24	92	26
Alta Irradiación	0	0	7	100	7
Total	3		42		45

Fuente Primaria

Nota:

N= número de Lámpara

%= Porcentaje

En la tabla 3.1 observamos el estado visual general de la fibra óptica si es adecuado o inadecuado, de las 45 lámparas de fotocurado LED's agrupados según el rango de intensidad.

En las lámparas de baja irradiación encontramos 1 lámpara correspondiente al 8% de estas con un estado adecuado y 11 lámparas correspondientes al 92% con un estado inadecuado.

En las lámparas de irradiación convencional se encontraron 2 lámparas correspondientes al 8% de estas en un estado adecuado y 24 correspondientes al 92% con un estado inadecuado.

En las lámparas de alta irradiación las 7 correspondiente al 100% de estas se encontraban en un estado inadecuado.

Tabla 3.2. Relación entre la intensidad lumínica producida por las lámparas de fotocurado en relación al estado visual de la fibra óptica (Residuos).

Intensidad Lumínica	Total de lámparas	Residuos					
		Libre		Adherente		Incrustado	
		F	%	F	%	F	%
Baja irradiación	12	11	92	11	92	0	0
Convencionales	26	22	85	23	88	1	4
Alta Irradiación	7	7	100	6	86	0	0

En la tabla 3.2 se observa la intensidad lumínica en relación a la presencia de residuos en la fibra óptica de las lámparas de fotocurado LED's , se encontró que tenían residuos tanto en la parte activa como en el cuerpo de estas; de estos residuos se encontraron residuos libres y adherentes en el 92% de las lámparas de fotocurado que poseen una baja irradiación ; un 85% de residuos libres y 88% de residuos adherentes en la lámparas que poseen una intensidad convencional así mismo un 4% de estas lámparas presentaron residuos incrustados. En las lámparas de alta irradiación se encontró un 100% de residuos libres y un 86% de residuos adherentes.

Tabla 3.3.Pruebas de Chi-cuadrado de Pearson.

Intensidad lumínica de las lámparas de fotocurado Leds	Residuos en la fibra óptica		
	Libres	Adherentes	Incrustados
Chi Cuadrado	14.417	4.934	.747
G1	6	6	2
Sig.	.025	.552	.688

Fuente SPSS

Al aplicar la prueba de independencia del Chi-cuadrado, en relación a las variables de intensidad lumínica y residuos, se pudo observar que hay relación entre la intensidad lumínica con los residuos libres presentes en la fibra óptica de la lámpara de fotocurado, ya que el nivel de significación es 0.025 menor al valor de Alfa ($p=0.05$); por lo que se puede decir que la variable residuos libre ejerce influencia sobre la variable intensidad lumínica.

Respecto a las variables intensidad lumínica y residuos adherentes e incrustado, siendo que el valor de la significación de estas fue 0.552 y 0.688 respectivamente y mayores al valor de Alfa (0.05) hay independencia entre estas variables es decir no hay ninguna relación entre ellas.

Tabla 3. 4. Promedio global de fracturas simples y compuestas en la fibra óptica de las lámparas de fotocurado Leds.

Estado de la fibra óptica	Frecuencia	Porcentaje
Fractura Simples	3	6.7
Fractura Compuestas	13	28.9
Sin Fractura	29	64.4
Total	45	100.0

Fuente Primaria

En la tabla 3.4 se observa el estado físico de la fibra óptica que utilizan los estudiantes de la Facultad de Odontología, en el cual el 64.4% de estas se encuentra sin fracturas. El 35.6% de las fibras ópticas presentan algún tipo de fractura, de las cuales el 6.7% son fracturas simples y el 28.9% corresponde al fracturas compuestas.

Tabla 3. 5.

Relación entre la intensidad lumínica producida por las lámparas de fotocurado en relación al estado visual de la fibra óptica.

Intensidad de las Lámparas LEDs	Total Lámpara	Fracturas Simples								Fracturas Compuestas	
		de Superficiales		Oblicuas		Verticales		Horizontales		F	%
		F	%	F	%	F	%	F	%		
Baja irradiación	12	1	8	2	17	0	0	0	0	4	33
Convencionales	26	4	15	2	8	0	0	0	0	9	35
Alta Irradiación	7	1	14	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente primaria

En la tabla 4.3 observamos la relación entre la intensidad lumínica de las lámparas y los diferentes tipos de fractura en la fibra óptica (simples y compuestas).

Encontramos en las 12 lámparas de baja irradiación que 1 lámpara (8%) presentó fractura superficial (F. simple), 2 lámparas (17%) presentaron fractura oblicua (F. simple), y 4 lámparas (33%) presentaron fractura compuesta.

En 26 lámparas con irradiación convencional 4 lámparas (15%) presentaron fracturas superficiales (F. simple), 2 lámparas (8%) presentaron fractura oblicuas (F. simple) y 9 lámparas (35%) presentaron fractura compuestas.

En las 7 lámparas con irradiación alta 1 lámpara (14%) presentaba fracturas superficiales (F. simple) y no se encontraron fracturas de otro tipo.

Cabe señalar que en ningún de los subgrupos de las diferentes intensidades se encontró fractura de tipo vertical u horizontal las cuales pertenecen al grupo de fracturas simples.

Tabla 3. 6.

Pruebas de Chi-cuadrado de Pearson

Intensidad lumínica de las lámparas de fotocurado Leds	Fracturas en la fibra óptica				
	Simples				Compuestas
	Superficiales	Oblicuas	Verticales	Horizontales	
Chi Cuadrado	.930	3.452	-	-	3.374
gl	4	4	-	-	2
Sig.	.920	.485	-	-	.185

Fuente SPSS

Al aplicar la prueba de independencia del Chi-cuadrado, en relación a las variables de intensidad lumínica y fracturas, se pudo observar que no hay relación entre la intensidad lumínica con las fracturas presentes en la fibra óptica de la lámpara de fotocurado, ya que el nivel de significación fue 0.920, 0.485 y 0.185 para fracturas simples (superficiales y oblicuas) y compuestas respectivamente, ya que este valor supera al de Alfa ($p=0.05$); por lo que se puede decir que hay independencia entre estas variables es decir no hay ninguna relación entre ellas.

Tabla 4.1. Relación entre la intensidad lumínica de las lámparas de fotocurado Leds en dependencia del tiempo de adquisición y uso.

Intensidad Lumínica	Tiempo de haber Adquirido y estar usando las lámparas														Total
	Menos de 6 meses		6 Meses		1 Año		2 Años		3 Años		Más de 3 años		No Sabe, No responde		
	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	
Baja Irradiación	1	8	0	0	3	25	2	17	3	25	1	8	2	17	12
Convencionales	5	19	4	15	6	23	3	12	1	4	7	27	0	0	26
Alta Irradiación	3	43	1	14	2	29	1	14	0	0	0	0	0	0	7
Total	9		5		11		6		4		8		2		45

Nota:

F= Frecuencia

%= Porcentaje

Al relacionar el tiempo de uso con la intensidad lumínica se pudo observar que de 9 lámparas tenían menos de 6 meses de haber sido adquiridas y estar en uso, y de estas 5 emitieron luz convencional, 3 alta irradiación y 1 con baja irradiación.

De 5 lámparas tenían 6 meses de haber sido adquiridas y estar en uso, y de estas 4 emitieron luz convencional, 1 alta irradiación y ninguna con baja irradiación.

De las 11 unidades de fotopolimerización con 1 año de uso, 6 tenían intensidad convencional, 2 alta irradiación y 3 baja irradiación.

De las 6 unidades de fotopolimerización con 2 años de uso, 3 tenían intensidad convencional, 1 alta irradiación y 2 baja irradiación.

De las 4 unidades de fotopolimerización con 3 años de uso, 1 tenían intensidad convencional, ninguna con alta irradiación y 3 baja irradiación.

De 8 unidades de fotopolimerización tenían más de 3 años de uso y de estas 7 emitieron una intensidad convencional y 1 baja irradiación.

Cabe señalar que entre mayor es la antigüedad de las lámparas se observa un descenso en la cantidad de unidades que proporcionan una alta irradiación, de igual manera se observa un descenso en la cantidad de unidades que proporcionan irradiación convencional.

Podemos observar que cuanto menor son los años de uso la cantidad de lámparas con baja irradiación es menor, sin embargo a medida que aumenta su tiempo de uso la cantidad de lámparas con baja irradiación aumenta.

Tabla 4.2. Prueba de homogeneidad de varianzas.

Tiempo de haber adquirido y estar usando la lámpara de fotocurado			
Estadístico de	gl1	gl2	Sig.
Levene			
1.225	2	42	.304

Fuente: SPSS

El significado es 0.304 mayor al valor de Alfa (0.05), por lo que se acepta la hipótesis de igualdad de varianzas.

Tabla 4.3. ANOVA de un factor.

Tiempo de haber adquirido y estar usando la lámpara de fotocurado					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	23.009	2	11.505	3.654	.034
Intra-grupos	132.235	42	3.148		
Total	155.244	44			

Fuente SPSS

La significación del estadístico F es de 0.034 menor al valor de Alfa (0.05) por lo tanto se rechaza la hipótesis de igualdad de medias y se concluye que dos niveles del factor producen distintos efectos en la variable dependiente.

Tabla 4.4. Comparaciones múltiples.

Variable dependiente: Tiempo de haber adquirido y estar usando la lámpara de fotocurado								
Bonferroni								
(I)	Intensidad de las lámparas de fotocurado Leds	(J)	Intensidad de las lámparas de fotocurado Leds	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
							Límite inferior	Límite superior
Convencionales a 999 mw/cm2	400	Alta irradiación 1000 a 1200 mw/cm2		1.319	.756	.265	-0.57	3.20
		Rango más bajo del convencional 399 a menos mw/cm2		-0.955	.619	.391	-2.50	.59
Alta irradiación 1000 a 1200 mw/cm2	400	Convencionales a 999 mw/cm2		-1.319	.756	.265	-3.20	.57
		Rango más bajo del convencional 399 a menos mw/cm2		-2.274*	.844	.030	-4.38	-.17
Rango más bajo del convencional 399 a menos mw/cm2	400	Convencionales a 999 mw/cm2		.955	.619	.391	-.59	2.50
		Alta irradiación 1000 a 1200 mw/cm2		2.274*	.844	.030	.17	4.38

*. La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.

Fuente SPSS

Los dos niveles del factor (Alta irradiación y rango más bajo del convencional) producen un efecto en la variable dependiente tiempo de haber adquirido y estar usando la lámpara de fotocurado; es decir, las lámparas Leds van a emitir alta irradiación en menor uso en el tiempo y pueden llegar a emitir rangos bajos de los convencionales en mayor uso en el tiempo.

DISCUSION DE LOS RESULTADOS.

Para este estudio, el 57.8% de las lámparas de fotocurado LED's se encontraban en los rangos de intensidad lumínica de 400 a 999 mw/cm², es decir con una luz convencional y en los rangos adecuados para fotopolimerizar los cuerpos resinosos; resultados parecidos fueron encontrados por (Cabanillas, 2016) quien reportó que, de 81 lámparas evaluadas, el 93.8% tenían una intensidad de luz emitida eficiente. Sin embargo, se encontraron estudios con resultados óptimos de lámparas Leds, en orden descendente mencionamos a: (Romero, 2014) y (López, Acebedo, Joya, & López, 2011) observaron respectivamente un 40% de intensidad de salida adecuada en las lámparas revisadas; (Matallana, y otros, 2010) observaron que el 37.8% de unidades de fotocurado presentaron una intensidad lumínica alta con resultados estadísticamente significativos; (Meda, 2013) constató un 35% en estado óptimo, pero autores como (Martínez, 2016) encontraron que solo el 16.5% de las lámparas Leds de una Universidad del Sur de América tenían una intensidad lumínica adecuada para el proceso de polimerización.

De acuerdo a la marca de la lámpara de fotocurado y su clasificación según la intensidad lumínica, encontramos que los estudiantes de Odontología de la UNAN-León, están familiarizados con la marca Led Curing Light (10 unidades) con el 22.3%, de las cuales 7 unidades (15.6%) presentaron intensidad convencional y 3 unidades se encontraban por debajo de este valor es decir menos de 399 mw/cm². (Cabanillas, 2016) en su estudio evaluó 18 unidades de la marca Led Curing Light en donde todas emitieron una intensidad lumínica eficiente, este mismo autor evaluó 27 unidades Woodpecker, y de estas el 88.9% tenían luz eficiente y 11.1% emitieron luz no factible, en este estudio solo se hallaron 2 unidades de esta marca, donde 1 emitió luz convencional y la otra luz con rangos inferiores a 399 mw/cm².

(Martínez, 2016) en su estudio realizado en las Clínicas de la Facultad de Odontología de la Universidad de Guayaquil encontró que, de 45 unidades, la

marca la más usada fue la Tigger en el 64%, pero no realizó los cruces de variables según los rangos de intensidad lumínica.

(Romero, 2014) informa que, en la Universidad de Guayaquil, respecto a la marca se encontró que la 3M seguida de la Gnatius eran las que presentaban mejor intensidad lumínica; (Meda, 2013) reporta que, de acuerdo a la intensidad, la Coltene-Led tuvo una intensidad de 676 mW/cm² siendo la más significativa del grupo estudiado.

Según la intensidad lumínica y su relación con la contaminación por residuos, fracturas o combinación de ambos, se encontró que, de las 45 unidades, 42 lámparas si tenían en promedio un residuo de cualquier tipo, y de estos los más comunes fueron los residuos libres y adherentes con el 92% respectivamente y de estos las lámparas con intensidad lumínica convencional fueron las que más contenían los residuos y a través de los cruces estadísticos se pudo observar variable residuos libre ejerce influencia sobre la variable intensidad lumínica.

(López, Acebedo, Joya, & López, 2011) encontraron afectación en la fibra óptica del 39% de lámparas Leds evaluadas donde el 48% tenían contaminación en la fibra óptica, pero no evaluaron si esta contaminación de residuos influía en la emisión de luz para fotopolimerizar.

En este estudio , solo 3 lámparas presentaron algún tipo de fractura simple y 13 unidades fracturas compuestas, en ambas fracturas las lámparas con mayor afectación eran las que emitieron luz convencional y estadísticamente se pudo observar que no hay relación entre la intensidad lumínica con las fracturas presentes en la fibra óptica de la lámpara de fotocurado,

Autores como (Martínez, 2016) no hicieron este tipo de análisis estadístico, pero si informan que ninguna de las unidades evaluadas tenía fracturas en la fibra de vidrio. De igual manera, (López, Acebedo, Joya, & López, 2011) informan que encontraron alteraciones en la fibra óptica como el 8% de lámparas con fracturas y contaminación, 4% rayado y contaminación y el 12% fractura. (Meda, 2013) en

En relación al tiempo de uso de la lámpara, se encontró que 25 unidades (55.5%) tenían 1 año o menos de estarse usando en el trabajo clínico odontológico (9 menos de 6 meses, 5 con 6 meses y 11 con un año de uso), Al realizar cruces estadísticos, se llegó a la conclusión que las lámparas Leds van a emitir alta irradiación en menor uso en el tiempo y pueden llegar a emitir rangos bajos de los convencionales en mayor uso en el tiempo. Para este estudio se encontraron 12 lámparas con 3 a más años de uso y se observó que el 27% de estas tenían una luz convencional.

(Meda, 2013) informa que el 41% de las lámparas evaluadas en su estudio tenían entre 0 a 1 año de uso y concluyeron que en mayor tiempo de uso de una lámpara de fotocurado es menor la intensidad lumínica registrada.

(Cabanillas, 2016) encontró que, de acuerdo al tiempo de uso, 22 unidades tenían menos de 1 año de uso emitiendo el 100% intensidad lumínica eficiente, 54 unidades tenían entre 1 a 3 años de uso emitiendo 92.6% intensidad lumínica eficiente, 5.6% no factible y 1.9% deficiente. 5 unidades tenían más de 4 años de uso y de estas, el 80% emitieron una intensidad lumínica eficiente y el 20% no factible.

(Matallana, y otros, 2010) Informa que según el tiempo de uso de la lámpara de fotocurado, encontraron que el 48% de consultorios tenían más de 3 años de contar con la misma lámpara.

CONCLUSIONES

Luego de haber hecho una revisión exhaustiva de los objetivos de la presente investigación, se puede concluir que:

1. Las lámparas más usadas se clasificaron en el rango de intensidad de 400 a 999 mw/cm^2 con intensidad lumínica convencional.
2. Las lámparas con la marca más frecuente fue Led Curing Light presentando una intensidad lumínica convencional.
3. De manera general el estado visual de la fibra óptica fue adecuado, pero en las que presentaron un estado visual inadecuado, se observó que los residuos libres ejercen una influencia sobre la intensidad lumínica.
4. Con resultados estadísticamente significativos, se puede decir que las lámparas Leds van a emitir alta irradiación en menor uso en el tiempo y pueden llegar a emitir rangos bajos de los convencionales en mayor uso en el tiempo.

RECOMENDACIONES

A LAS AUTORIDADES FACULTATIVAS:

- Adquirir unidades de fotocurado LED's de marcas con rangos de intensidad lumínica para una fotopolimerización adecuada que asegure un excelente pronóstico en el tratamiento restaurativo de los pacientes.
- Facilita a los estudiantes el radiómetro.

A LOS DOCENTES DE CLINICAS:

- Promover en los alumnos una cultura de mantenimiento de las lámparas de fotopolimerización en donde las higienicen eliminando residuos y comprobando frecuentemente la intensidad lumínica a través del uso de radiómetros.
- Que continúen con esta temática de investigación en donde incluyan más variables contrastadas con otras realidades clínicas.

A LOS ESTUDIANTES:

- Adquirir unidades de fotopolimerización en las cuales no solo hagan prevalecer el costo de la lámpara LED's, sino aún más el beneficio para el éxito del tratamiento restaurativo, la eficacia de éste y el confort del paciente.
- Ser éticos en el mantenimiento de las lámparas de fotocurado en lo que se refiere a su carga a través de medios eléctricos, debido a que estamos trabajando con personas y merecen tratamientos con altos estándares de calidad.

BIBLIOGRAFÍA

- Arauzo, C. (2009). *Intensidad de la potencia lumínica producida por las lámparas halógenas de fotopolimerización, usados en consultorios dentales particulares, de cuatro distritos representativos del departamento de lima en el año 2009*. Lima: Universidad Nacional Federico Villarreal.
- Baratieri L., M. (2004). *Odontología Restauradora, fundamentos y técnicas. Capítulo 7, Polimerización de resinas Compuestas*. Sao Paulo: Livraria Santos.
- Cabanillas, M. (2016). *Intensidad de luz emitida por unidades de fotopolimerización utilizadas por Cirujanos dentistas de la ciudad de Cajamarca, 2015*. Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego.
- Carrillo, C. (2009). *Materiales de resina compuesta y su polimerización*. Ciudad de Mexico: Asociación Dental Mexicana.
- Chapel, A. (2016). *Evolcion historica de las lamparas de fotocurado*. Habana, Cuba: Univercidad de ciencias medicas de la Habana.
- HenostrozaH, G. (2006). *Estética en Odontología Restauradora*. Madrid: Ripano Editorial Medica.
- Loazia, J. D. (2006). *Comparacion del grado de penetracion del haz de luz entre la lampara halogena vrs la lampara de emision de diodos en bloque de resina*. San Jose: ULACIT.
- 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*, 24-32.
- Martínez, N. (2016). *Evaluación de la intensidad de salida de luz de las lámparas de fotocurado utilizadas en Clínica Integral de la Facultad Piloto de Odontología durante los meses de diciembre a abril 2016*. Guayaquil: Universidad de Guayaquil.

- Masiol. (2013). *Odontología restauradora de la A a la Z. ; 2013. Capítulo 7, Fotopolimerización y Fotopolimerizadores*. Texas: Elsevier, Mosby.
- Matallana, J., Ortiz, A., Rincón, M., Sánchez, A., Aránzazu, G., & Concha, S. (2010). Intensidad de la luz emitida por lámparas de fotocurado en los consultorios odontológicos de Bucamaranga y su área metropolitana. *UstaSalud*, 41-49.
- Meda, R. (2013). *Medición de la intensidad de la luz de las lámparas de fotocurado utilizadas por los estudiantes en la Facultad de Odontología en la Universidad San Carlos de Guatemala*. Guatemala: Universidad San Carlos de Guatemala.
- Monserath, M. P. (2016). *Profundidad de polimerización: estudio comparativo in vitro de un composite nano – híbrido, fotopolimerizando con luz led convencional y de extra poder*. Quito, Ecuador: Universidad Central de Ecuador.
- Romero, M. (2014). *Eficiencia en la práctica de fotopolimerización de resinas compuestas directas en los servicios odontológicos privados; urdesa, kennedy y alborada*. Guayaquil. 2014. Guayaquil: Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.
- Sanchez, S. (2002). *La polimerización en 2002*. Barcelona, España: Universidad de Barcelona.
- Steenbecker G, O. (2006). *Principios y bases de los biomateriales en operatoria dental estética adhesiva*. Chile: Universidad de Valparaíso.

ANEXOS

Ficha Recolectora de Datos No. _____

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León

Facultad de Odontología

Título: “Intensidad lumínica producida por las lámparas LED’s para fotopolimerización utilizadas por los estudiantes de Odontología en Clínicas del II semestre del año 2017, Facultad de Odontología UNAN-León.”

Autores: Frank Adolfo Duarte
Ivania Mercedes Castillo

Información para el estudiante:

Estimado Bachiller, por este medio le informamos que estamos realizando la investigación arriba descrita por lo que te solicitamos el préstamo de tu lámpara de fotocurado para llenar nuestra ficha recolectora de datos, tu nombre como propietario de la misma, no será revelado a nadie y los datos utilizados serán con fines monográficos.

Año en curso: III ____ IV ____ V ____

Marca comercial de lámpara de fotocurado: _____

Modelo (No. Serie)de lámpara de fotocurado:

Estado de la parte activa de la fibra óptica:

RESIDUOS	SI	NO	Definición
R. Libre			Impurezas no fijadas en superficie, fácilmente eliminadas.
R. Adherente			Impurezas fijadas que precisan una acción mecánica o química para desprenderla del soporte.
R. Incrustado			Impurezas introducidas en relieve.

FRACTURAS	Parte activa fibra óptica	Cuerpo de la fibra óptica	Definición
Simples Superficiales			Desgaste en la superficie sin pérdida de estructura (raspaduras).
Oblicuas			Fisura con trayectoria oblicua respecto al eje longitudinal.
Verticales			Fisura con trayectoria vertical respecto al eje longitudinal.
Horizontales			Fisura con trayectoria horizontal respecto al eje longitudinal.
Compuestas Muecas			Fractura que involucra pérdida de estructura.

Intensidad registrada con radiómetro:

Registro: mw/cm²

Tiempo de haberla adquirido y usarla:

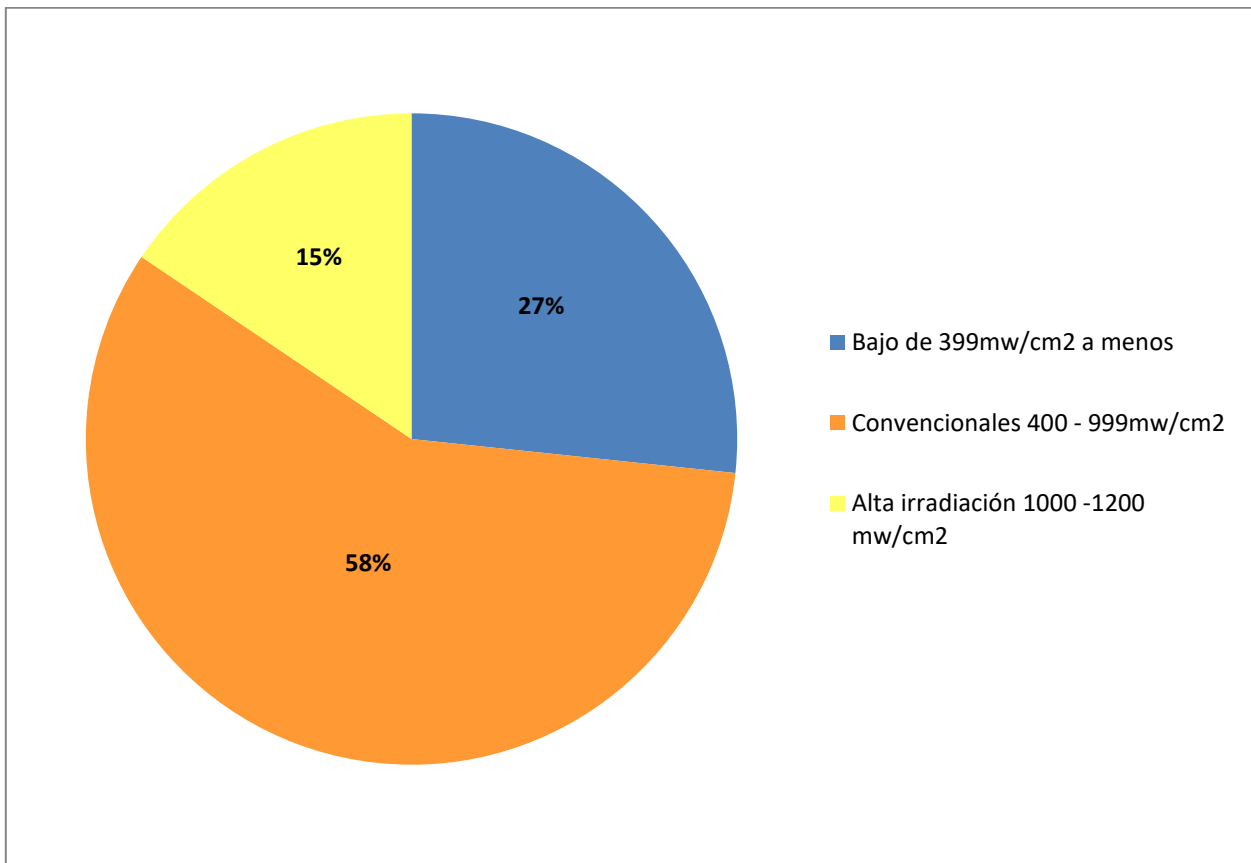
6 meses. 1 año 2 años 3 años Más
de 3 años

Uso de la lámpara:

Personal Grupal _____

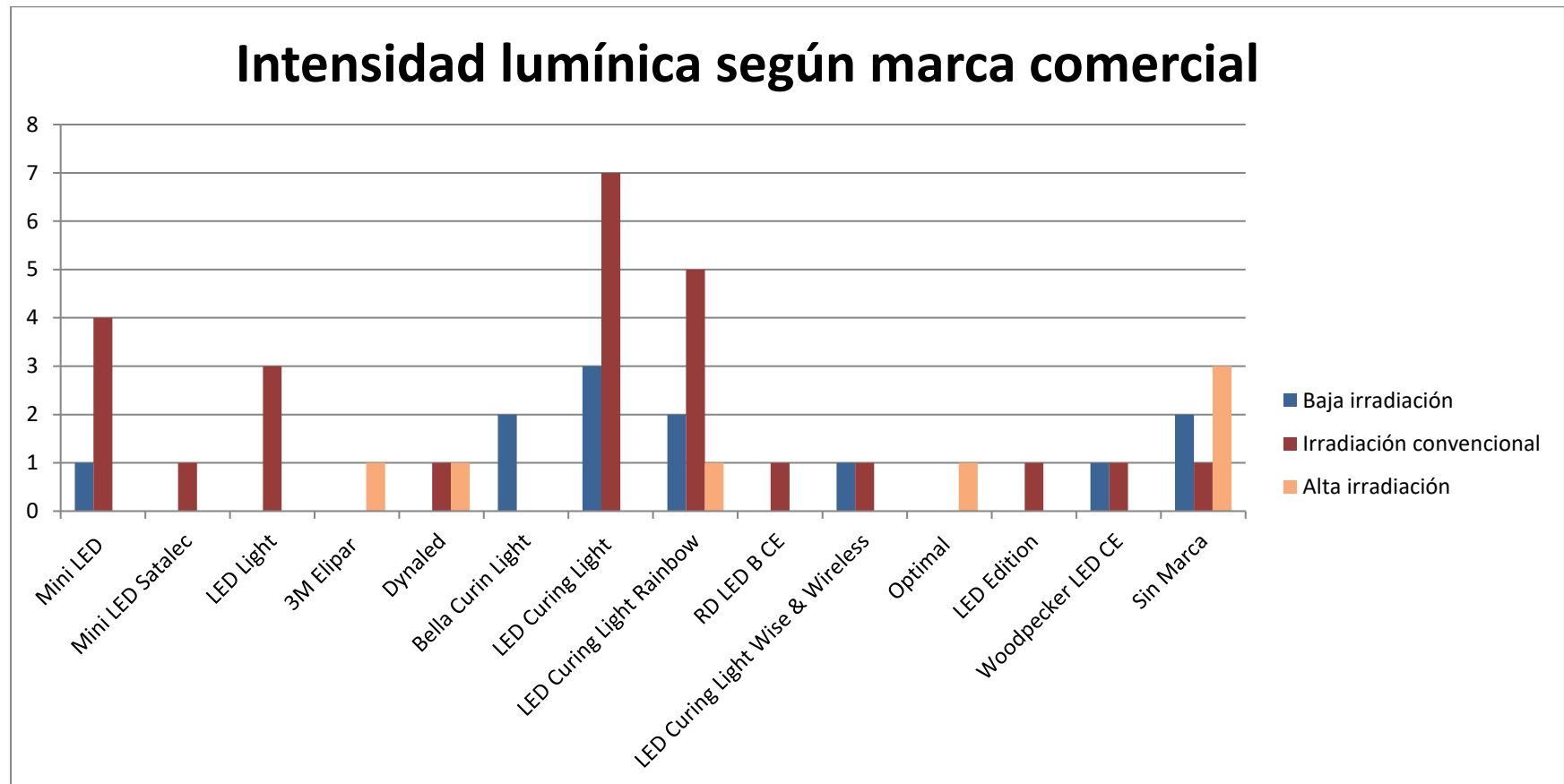
Gráfica 1.

Clasificación de las lámparas de fotocurado LED's según los rangos de intensidad lumínica emitidas. Facultad de Odontología, UNAN-León. II Semestre 2017.



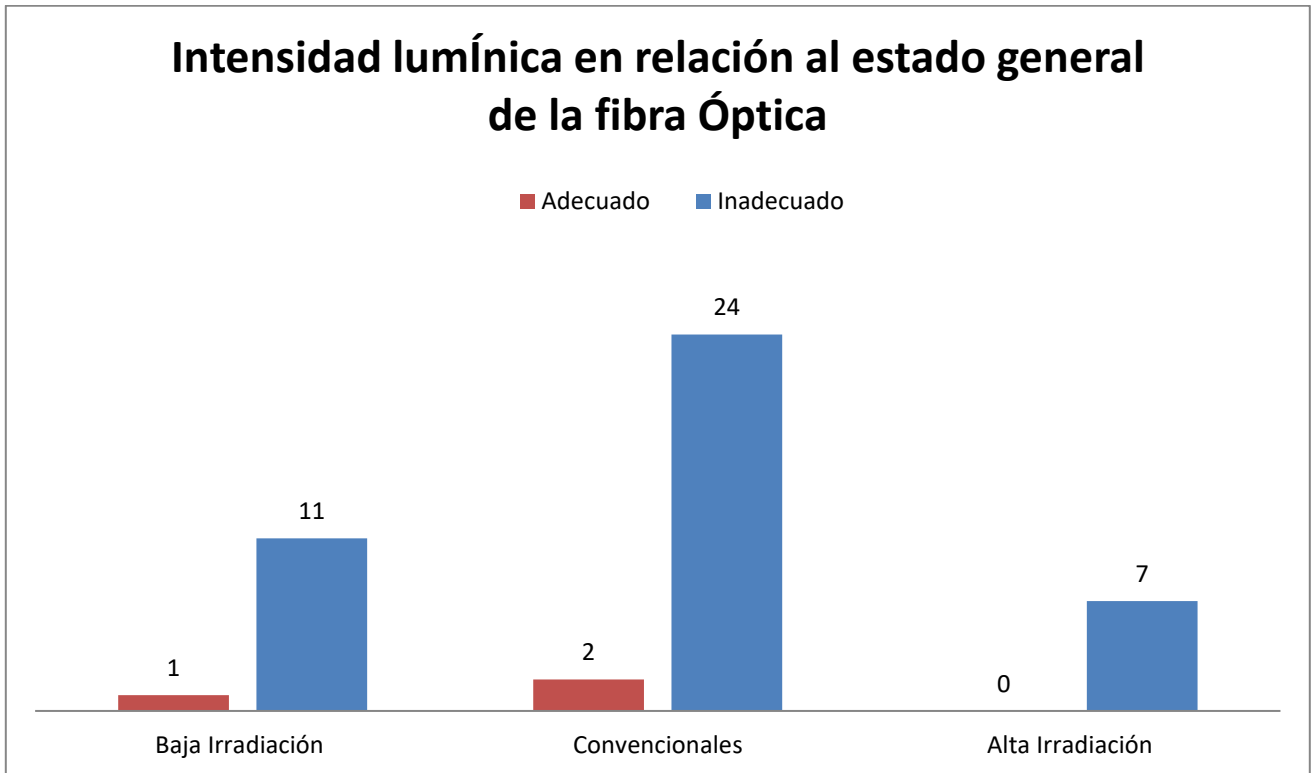
Gráfica 2.

Nivel de intensidad lumínica emitida por las lámparas de fotocurado LED's según la marca utilizadas por los estudiantes de Odontología. Facultad de Odontología, UNAN-León. II Semestre 2017.



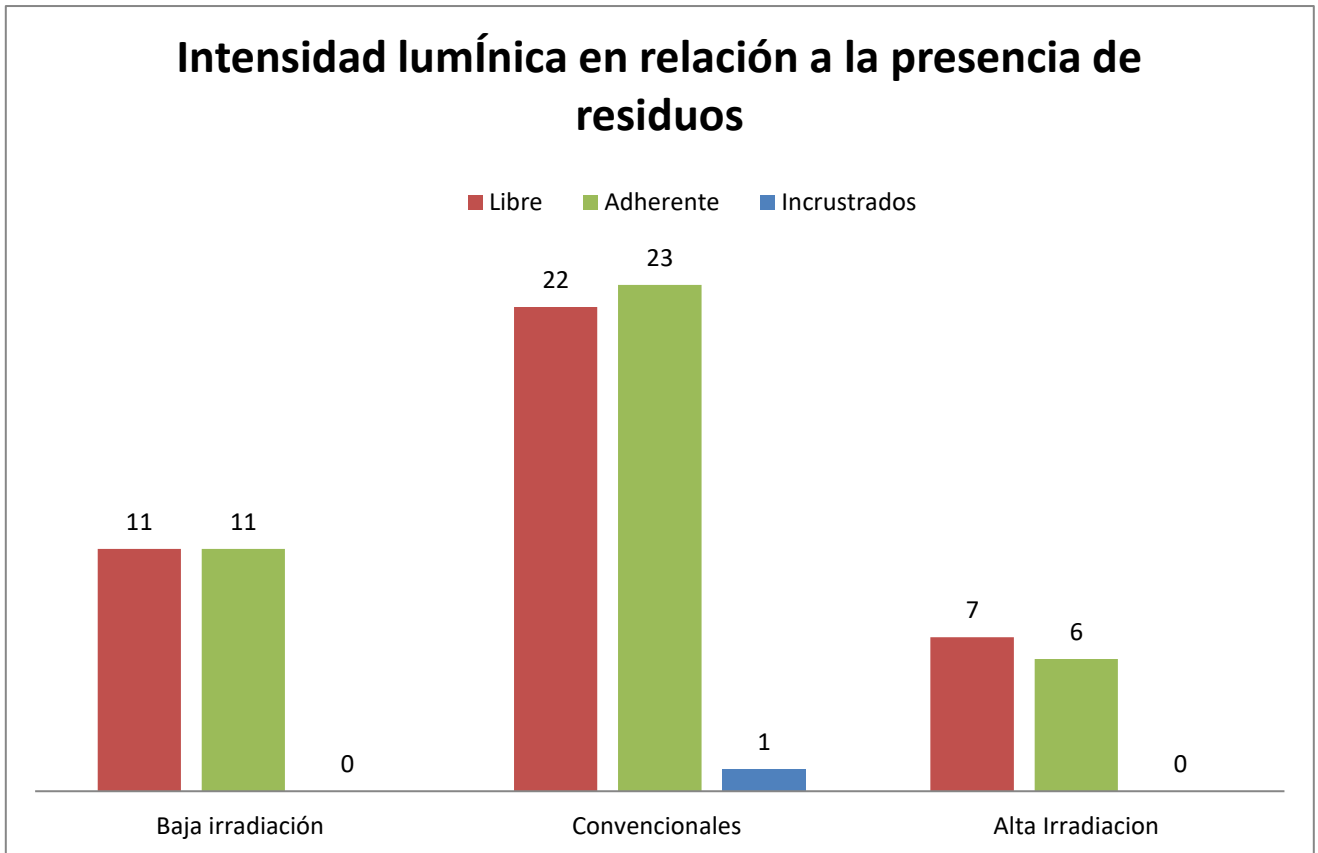
Gráfica 3.

Estado visual general de la fibra óptica de las lámparas de fotocurado LED's.



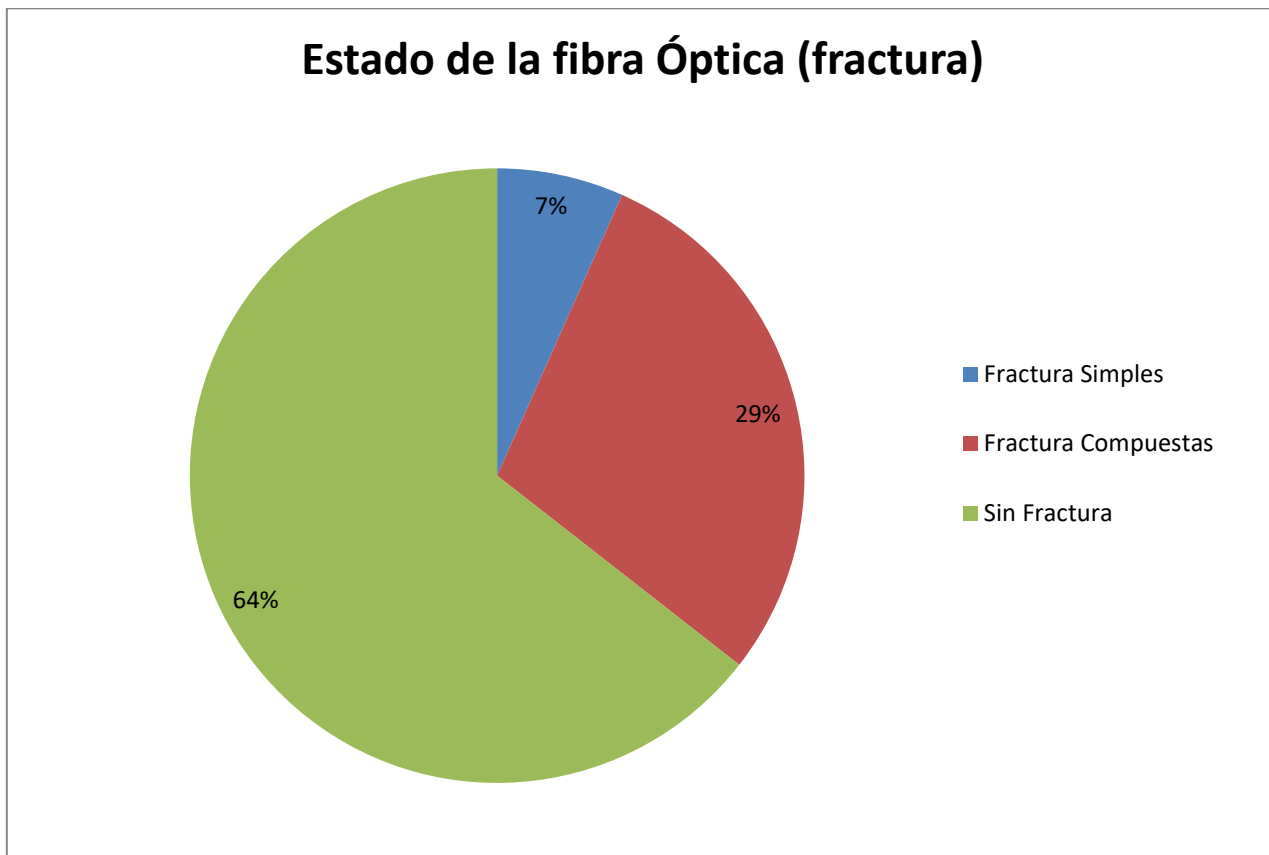
Gráfica 3.2

Relación entre la intensidad lumínica producida por las lámparas de fotocurado en relación al estado visual de la fibra óptica (Residuos).



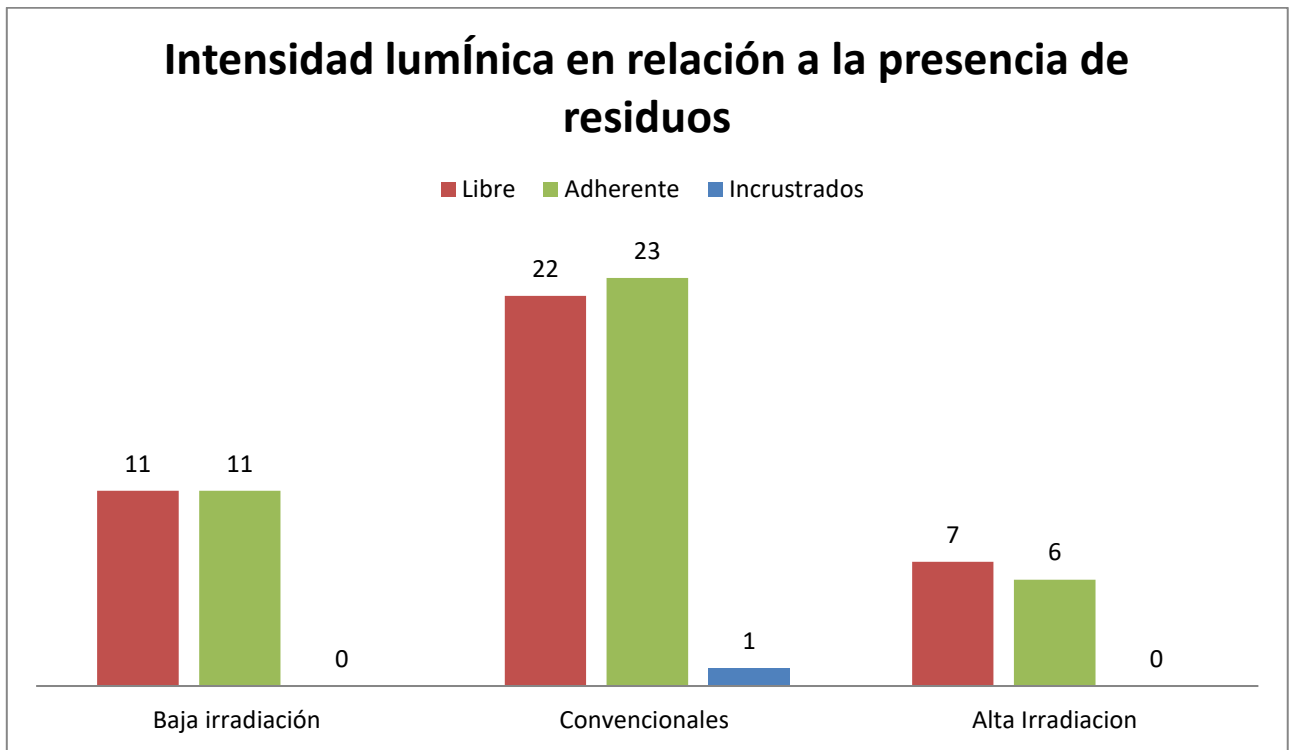
Gráfica 3.4

Promedio global de fracturas simples y compuestas en la fibra óptica de las lámparas de fotocurado LED's.



Gráfica 3.5

Relación entre la intensidad lumínica producida por las lámparas de fotocurado en relación al estado visual de la fibra óptica



Gráfica 4

Relación entre la intensidad lumínica de las lámparas de fotocurado LED's en dependencia del tiempo de adquisición y uso.

