



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD**

**CARRERA DE ODONTOLOGÍA**

**“EVALUACIÓN DE LA INTENSIDAD DE LUZ EMITIDA  
POR UNIDADES DE FOTOPOLIMERIZACIÓN  
UTILIZADAS POR ESTUDIANTES DE LA UNIDAD DE  
ATENCIÓN ODONTOLÓGICA DE LA UNACH”**

Proyecto de investigación previo a la obtención del título de  
Odontóloga

**AUTOR:** Diana Carolina Garzón Rodríguez

**TUTOR:** Dr. Xavier Guillermo Salazar Martínez

**RIOBAMBA- ECUADOR  
2018**

## PÁGINA DE REVISIÓN DEL TRIBUNAL

Los miembros del tribunal de graduación del proyecto de investigación de título: “Evaluación de la intensidad de luz emitida por unidades de fotopolimerización utilizadas por estudiantes de la unidad de atención odontológica de la UNACH”, Presentado por Br Diana Carolina Garzón Rodríguez y dirigida por el Dr. Xavier Guillermo Salazar Martínez, una vez escuchada la defensa oral y revisado el informe final del proyecto de investigación con fines de graduación escrito en el cual se ha constatado el cumplimiento de las observaciones realizadas, remite la presente para uso y custodia en la biblioteca de la Facultad de Ciencias de la Salud de la UNACH para constancia de lo expuesto firman.

A los 1 día ..... del mes de marzo ..... del año 2018 .....

Dr. Galo Sánchez

**Presidente del tribunal**

**Firma**

Dra. Mónica Gómez

**Miembro del tribunal**

**Firma**

Dra. Ma. Gabriela Benítez

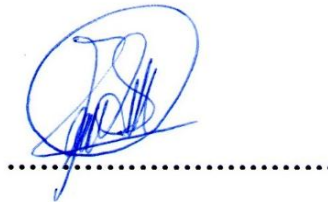
**Miembro del tribunal**

**Firma**

# DECLARACIÓN EXPRESA DE TUTORÍA

## CERTIFICACIÓN

El suscrito Docente Tutor de la Carrera de Odontología, de la Facultad de la Salud, de la Universidad Nacional de Chimborazo Dr. Xavier Salazar CERTIFICA, que la Señorita Diana Carolina Garzón Rodríguez, con C.I: 060408208-1, se encuentra apta para la presentación del proyecto de investigación: “Evaluación de la intensidad de luz emitida por unidades de fotopolimerización utilizadas por estudiantes de la unidad de atención odontológica de la UNACH”



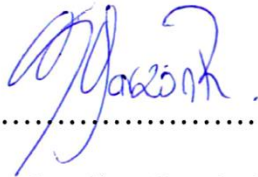
Dr. Xavier Salazar M.

**TUTOR APROBADO POR EL H.C.D.**

## DECLARACIÓN EXPRESA DE AUTORÍA

Yo, Diana Carolina Garzón Rodríguez, por medio del presente documento certifico que el contenido de este proyecto de investigación es de mi autoría, por lo que eximo expresamente a la Universidad Nacional de Chimborazo y a sus representantes jurídicos de posibles acciones legales por el contenido de la misma.

Asimismo, autorizo a la Universidad Nacional de Chimborazo para que realice la digitalización y difusión pública de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.



.....  
Diana Carolina Garzón Rodríguez

060408208-1

## **AGRADECIMIENTO**

Expreso mi sincero agradecimiento a la Universidad Nacional de Chimborazo que me abrió sus puertas brindándome valiosos conocimientos en el campo académico y más aún en lo moral. Agradezco al Dr. Xavier Guillermo Salazar Martínez quien con su conocimiento y dedicación guio satisfactoriamente la realización de este trabajo de investigación. Finalmente agradezco a quienes de una u otra manera han sabido apoyarme en todo este proceso formativo, a quienes desinteresadamente han brindado su conocimiento para la formación integral de los estudiantes de la carrera de Odontología.

## **DEDICATORIA**

A mis padres, hermanos y a mi abuelita quienes han sido un pilar fundamental durante mi vida brindándome su amor y apoyo en cada paso a lo largo del camino. Me han enseñado a ser una persona con valores y que han apoyado cada decisión tomada siendo mi fortaleza y guiando mi vida de la mano de Dios.

## ÍNDICE

<b>PÁGINA DE REVISIÓN DEL TRIBUNAL</b> .....	ii
<b>DECLARACIÓN EXPRESA DE TUTORÍA</b> .....	iii
<b>DECLARACIÓN EXPRESA DE AUTORÍA</b> .....	iv
<b>RESUMEN</b> .....	xi
<b>ABSTRACT</b> .....	xii
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	3
<b>3. JUSTIFICACIÓN</b> .....	5
<b>4. OBJETIVOS</b> .....	6
<b>4.1 Objetivo General</b> .....	6
<b>4.2 Objetivos Específicos</b> .....	6
<b>5. MARCO TEÓRICO</b> .....	7
<b>5.1 Materiales restauradores: Generalidades</b> .....	7
<b>5.2 Composición de las resinas</b> .....	7
<b>5.3 Proceso de fotopolimerización</b> .....	10
<b>5.3.1 Técnicas de fotopolimerización</b> .....	10
<b>5.3.2 Tipos de lámparas de fotopolimerización</b> .....	11
<b>5.4 Intensidad de luz</b> .....	13
<b>5.4.1 Radiómetro dental</b> .....	15
<b>6. METODOLOGÍA</b> .....	16
<b>6.1 Diseño de investigación</b> .....	16
<b>6.1.1 Estudio exploratorio</b> .....	16
<b>6.1.2 Estudio descriptivo</b> .....	16
<b>6.1.3 Investigación documental</b> .....	16

<b>6.1.4. Investigación de laboratorio</b> .....	16
<b>6.1.5 Investigación exploratoria</b> .....	16
<b>6.2 Objetos de estudio</b> .....	16
<b>6.2.1 Universo</b> .....	17
<b>6.2.2 Criterios de inclusión</b> .....	17
<b>6.2.3 Criterios de exclusión</b> .....	17
<b>6.3 Variables</b> .....	17
<b>6.3.1 Operacionalización de variables</b> .....	17
<b>6.4 Procedimientos</b> .....	19
<b>6.4.1 Procedimientos operacionales</b> .....	19
<b>6.4.2 Recolección de datos</b> .....	19
<b>6.4.3 Análisis Estadístico</b> .....	20
<b>7. RESULTADOS</b> .....	21
<b>8. DISCUSIÓN</b> .....	30
<b>9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	33
<b>9.1 Conclusiones</b> .....	33
<b>9.2 Recomendaciones</b> .....	34
<b>10. BIBLIOGRAFIA</b> .....	35
<b>11. ANEXOS</b> .....	38



## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla N°1.</b> Lámparas de foto polimerización.....	17
<b>Tabla N°2.</b> Evaluación de la intensidad de luz.....	19
<b>Tabla N° 3.</b> Intensidad de luz registrada .....	21
<b>Tabla N° 4.</b> Porcentaje de tiempo de polimerización en segundos.....	22
<b>Tabla N° 5.</b> Porcentaje de tipos de lámparas de fotocurado usadas .....	23
<b>Tabla N° 6.</b> Porcentaje de tiempo de vida útil de las lámparas de fotocurado .....	24
<b>Tabla N° 7.</b> Porcentaje de estado de la fibra .....	25
<b>Tabla N° 8.</b> Porcentaje de tipo de lámpara de fotocurado y su intensidad registrada ...	26
<b>Tabla N° 9.</b> Porcentaje del estado de la fibra y su intensidad registrada .....	27
<b>Tabla N° 10.</b> Porcentaje de tiempo de vida útil y su intensidad registrada.....	28

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico N°1.</b> Composición de las resinas.....	9
<b>Gráfico N°2.</b> Porcentaje de intensidad registrada.....	21
<b>Gráfico N°3.</b> Porcentaje de tiempo de polimerización en segundos.....	22
<b>Gráfico N° 4.</b> Porcentaje de tipos de lámparas de fotocurado usadas .....	23
<b>Gráfico N° 5.</b> Porcentaje de tiempo de vida útil.....	24
<b>Gráfico N° 6.</b> Porcentaje de estado de la fibra .....	25
<b>Gráfico N° 7.</b> Porcentaje de tipo de lámpara de fotocurado y su intensidad registrada	26
<b>Gráfico N° 8.</b> Porcentaje del estado de la fibra y su intensidad registrada .....	27
<b>Gráfico N° 9.</b> Porcentaje de tiempo de vida útil y su intensidad registrada.....	29

## RESUMEN

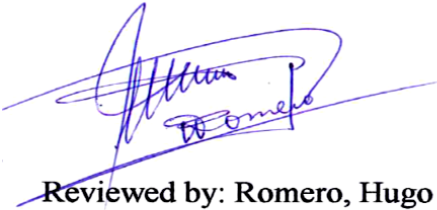
Los procedimientos con materiales resinosos en la actualidad son los procesos más comunes en odontología, puesto que los estudiantes y profesionales no le dan la importancia debida al proceso de fotocurado de dichos materiales. Por esta razón el presente trabajo de investigación tuvo como objetivo evaluar la intensidad de luz emitida por unidades de foto polimerización utilizadas por estudiantes de la UAO de la carrera de odontología de la Universidad Nacional de Chimborazo, mediante el uso de un radiómetro de marca LITEX. Se realizó un estudio exploratorio descriptivo de corte transversal a un universo de 98 lámparas de fotocurado, las variables incluidas en este estudio fueron las lámparas de fotopolimerización y la variable de conocimiento del profesional acerca de la unidad de curado, incluyendo el tiempo de fotopolimerización de los materiales resinosos. El 36,7 % de lámparas de fotopolimerización contaron con la intensidad adecuada, el 36% de operadores conocía el tiempo correcto que debía fotopolimerizar los materiales resinosos. El 67,3% tuvieron residuos de resina en la punta de fibra de las unidades de fotocurado, el tiempo de vida de las lámparas se encontraron en estándares adecuados. Se determinó que la intensidad de luz de las lámparas de fotopolimerización de los estudiantes de la UAO registran intensidades aceptables. A pesar de que es de mayor porcentaje las unidades de fotocurado no aptas para polimerizar 63,3% que genera alteraciones en las propiedades del material restaurador.

**Palabras clave:** Intensidad de luz, Radiómetro, Materiales Resinosos, Lámparas de fotopolimerización

## ABSTRACT

The procedures with resinous materials are the most common processes in dentistry currently, since students and professionals do not give due importance to the photo-curing process of these materials. For this reason, the present research aimed to evaluate the light intensity emitted by photopolymerisation units used by students of the UAO of the major in dentistry of Universidad Nacional de Chimborazo. An exploratory descriptive study of the cross section to a universe of 98 photo-curing lamps was carried out, the variables included in this study were the photopolymerisation lamps and the professional knowledge variable about the curing unit, including the photopolymerisation time of the resinous materials. 36.7% of photopolymerisation lamps had the right intensity, 36% of operators knew the correct time expected to light-cure resinous materials. 67.3% had resin residues in the fiber tip of the photo-curing units, the lifetime of the lamps was found in adequate standards. It was determined that the light intensity of the photopolymerisation lamps of the UAO students register acceptable intensities. In spite of the higher percentage of photo-curing units that are not able to light-cure 63.3%, it generates alterations in the properties of the restorative material.

**Keywords:** Light intensity, Radiometer, Resin materials, photopolymerisation lamps.



Reviewed by: Romero, Hugo  
Language Center Teacher



# 1. INTRODUCCIÓN

Las unidades de curado dental o unidades de fotopolimerización (LCU) son esenciales en consultorios dentales; se usan a diario en odontología restauradora, ortodoncia e higiene para curar restauraciones a base de resina, materiales de cementación y selladores. El éxito clínico de todos estos materiales depende de que la LCU emita suficiente luz para polimerizar la resina; de lo contrario ocurrirá una polimerización incompleta. <sup>(1)</sup> Las resinas compuestas activadas por la luz como materiales de restauración directa se han convertido en un material indispensable para el uso clínico dental debido a su fácil manejo.

Debido al adelanto de la odontología en los últimos años, tanto en los materiales dentales y equipos odontológicos empleados, como también en los métodos de aplicación de cada uno de ellos, se ha visto preciso introducir diferentes tipos de lámparas de foto polimerización, buscando de esta manera una mayor eficacia al momento de fotocurar los materiales y la disminución del tiempo en los procedimientos odontológicos. <sup>(2)</sup>

En los últimos años los profesionales han puesto mayor atención a los materiales de restauración, gracias a su rápido progreso se ha vuelto necesario conocer más allá de su manejo y manipulación, es así que se cree completamente indispensable tener total conocimiento del equipo para cumplir con la función de fotopolimerizar ciertos materiales, por esto resulta indispensable conocer las propiedades de las lámparas de fotocurado, donde principalmente destaca la intensidad de luz emitida para una correcta fotopolimerización de los materiales restauradores, que al no ser la óptima resulta ser una de las varias causas del fracaso en la restauración dental. <sup>(2)</sup>

Se ha demostrado que las bombillas, los LED, los reflectores y los filtros internos de las LCU dentales se degradan con el uso. Además, la esterilización en autoclave, las sustancias químicas desinfectantes o el material restaurador que se adhiere a la punta de la LCU pueden reducir drásticamente la producción de luz. <sup>(3)</sup>

Cuando se utiliza una lámpara de fotocurado, es imposible para el clínico evaluar visualmente la cantidad y la calidad de la salida de luz, y la superficie superior de la restauración se sentirá dura al tacto después del fotocurado. La combinación de la luz azul intensa y la resina dura en la superficie de las restauraciones puede proporcionar una falsa sensación de seguridad de que la LCU está polimerizando adecuadamente todo el material de restauración. Por lo tanto, en vista de la función vital de las LCU y su susceptibilidad de ofrecer menos salida de luz a lo largo del tiempo, cada consultorio dental debe monitorear regularmente LCU para una atención óptima del paciente.<sup>(1)</sup>

Cuando se trata de lámparas de fotocurado, un tema importante es la densidad de potencia, es decir la cantidad de luz que se emite en un área determinada. Densidad de potencia también puede ser referido como irradiancia o intensidad de la luz y se expresa como  $\text{mW} / \text{cm}^2$ . Este parámetro determinará la cantidad de energía recibida por el compuesto y en última instancia, si el compuesto será suficientemente curado o no.<sup>(4)</sup>

La adecuada polimerización de una resina compuesta depende principalmente de la intensidad de la fuente de luz, de la longitud de onda emitida y del tiempo de radiación. Muchos autores han sugerido una intensidad mínima de  $400\text{mW}/\text{cm}^2$  (400 milivat por  $\text{cm}^2$ ) para la polimerización estándar con un tiempo de irradiación de 40 segundos. El curado óptimo es esencial para obtener restauraciones de resina compuesta estables, durables y fuertes.<sup>(5)</sup>

El interés del presente trabajo de investigación es analizar la intensidad de luz que está siendo emitida por las lámparas de luz LED mediante un artefacto de fácil acceso, económico y práctico para buscar alternativas de solución a un problema de fotocurado en preparaciones con materiales de tipo resinoso, por lo que el presente trabajo tiene por objetivo evaluar de la intensidad de luz emitida por unidades de foto polimerización utilizadas por estudiantes de la UAO de la carrera de odontología de la Universidad Nacional de Chimborazo, y de esta manera dar a conocer las causas probables de los fracasos en los procedimientos.

## 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La mayoría de los biomateriales restauradores orales basados en resina se curan mediante procesos de fotopolimerización. Una variedad de fuentes de luz están disponibles para el fotocurado de materiales dentales, como compuestos o selladores de fisuras. Las unidades de fotopolimerización de cuarzo-tungsteno-halógeno (QTH) han dominado el fotocurado de los materiales dentales durante décadas y ahora son reemplazadas casi por completo por las modernas unidades de fotodiodo con diodos emisores de luz (LED LCU). Hace exactamente 50 años, se inventaron LED visibles.<sup>(6)</sup>

Hoy en día los odontólogos suponen que la falla en las restauraciones con materiales resinosos es causado por la manipulación de los materiales, sin darle importancia necesaria al fotocurado y a sus factores para que una preparación con resina compuesta no fracase.<sup>(7)</sup>

La polimerización incompleta puede dar lugar a fallas clínicas tales como desprendimiento del soporte, aumento de la sensibilidad postoperatoria, fractura de la restauración, caries secundarias debido a la falla adhesiva entre el diente y el compuesto de resina y cambios de color dentro de la restauración.<sup>(1)</sup>

Para asegurar un fotocurado completo y un éxito clínico a largo plazo, deben existir condiciones adecuadas, siendo obligatorio poseer una unidad de fotopolimerización que permita conseguir la emisión útil de la intensidad de luz alrededor de 400-1000 mW/cm<sup>2</sup> con una apropiada longitud de onda de 400-500 nm, se debe poseer una suficiente potencia por unidad de superficie para alcanzar que el biomaterial llegue a sus propiedades finales apropiadas en un tiempo adecuado, evitando fallas en las preparaciones y el fotocurado como microfiltraciones a nivel del sellado marginal, sensibilidad post operatoria, flexibilidad, menor retención y la misma no polimerización de las resinas.<sup>(5)(2)</sup>

Las unidades LED siendo las más usadas en la clínica odontológica han demostrado ser las más accesibles aunque en estudios se ha mostrado que en su mayoría son utilizadas unidades de marca desconocida siendo estas las menos adecuadas para foto polimerizar<sup>(7)</sup>, entre las ventajas de este tipo de luz la más recalable es que son unidades que tienen una vida útil esperada de 1.000 de horas, que es equivalente a 5 años de uso clínico aproximadamente sin una degradación significativa del flujo luminoso a lo largo del tiempo y no se requieren filtros,<sup>(8)(9)</sup> convirtiéndolas así en las unidades de fotocurado más adecuadas hoy en día.

Estudios anteriores han demostrado que una lámpara de polimerización con intensidad deficiente en un porcentaje superior al 70% no cumplen con los estándares requeridos para un fotocurado adecuado, un problema que se debe también a la falta de mantenimiento de los equipos comprobando que aproximadamente el 35% de lámparas se encuentran en estado deficiente en cuanto a su limpieza por lo que se hayan residuos que pueden afectar a la emisión de luz.<sup>(7)</sup>



### **3. JUSTIFICACIÓN**

Muchos profesionales hoy en día creen que el fracaso en las preparaciones con materiales resinosos se debe a factores como la mala técnica de trabajo o materiales en mal estado, sin prestarle mayor atención al proceso de fotocurado que resulta ser un factor importante a la hora de trabajar con materiales de tipo resinosos.

La presente investigación sirvió para conocer la importancia que tienen la intensidad de luz que emiten las lámparas LED de foto polimerización que son utilizadas en la clínica odontológica de la UNACH y conocer si en nuestra carrera el proceso de fotocurado de las biomateriales resinosos se está desarrollando de forma eficiente y si se cumplen con los factores que están ligados a este procedimiento;<sup>(2)</sup> mediante la herramienta de medición de radiómetro y considerando también el uso adecuado que se da a las lámparas de luz y el mantenimiento del equipo para asegurar el éxito clínico de los tratamientos y las preparaciones restaurativas.

Los beneficiarios 98 estudiantes de la carrera de Odontología, con el fin de ofrecer información precisa sobre el estado funcional en que se encuentran las unidades de fotopolimerización que están siendo usadas por los estudiantes.

El proyecto fue factible económicamente porque se ha podido asumir los gastos de investigación involucrados durante todo el estudio, en relación a la factibilidad temporal la investigación se llevó a cabo en un tiempo prudente dentro de lo establecido para culminar con el estudio, es factible académicamente porque se contó con el aporte del tutor con claros conocimientos en el área de estudio permitiendo así obtener resultados que evidencien el estado de los equipos de fotocurado y poder así conseguir resultados clínicos satisfactorios en los procedimientos que involucren biomateriales fotopolimerizables.

## **4. OBJETIVOS**

### **4.1 Objetivo General**

Evaluar de la intensidad de luz emitida por unidades de foto polimerización utilizadas por estudiantes de la UAO de la carrera de odontología de la Universidad Nacional de Chimborazo.

### **4.2 Objetivos Específicos**

- Determinar la intensidad de luz producida por las lámparas de fotopolimerización de cada estudiante de la unidad de atención odontológica mediante el uso de un radiómetro.
- Identificar el estado funcional de las lámparas de fotopolimerización, en función del estándar de aplicación.
- Comparar la intensidad de luz de las lámparas con y sin marca comercial reconocida.

## **5. MARCO TEÓRICO**

### **5.1 Materiales restauradores: Generalidades**

Los composites restauradores han evolucionado significativamente desde que se introdujeron por primera vez a principios de la década de 1960 y la mayor parte del desarrollo se concentró en la tecnología de relleno. Esto ha conducido a propiedades mecánicas mejoradas, notablemente a la resistencia al desgaste y ha ampliado el uso de composites a restauraciones posteriores más grandes. En el lado de la matriz orgánica, las preocupaciones sobre el estrés de la polimerización y el daño potencial a la interfaz de enlace han dominado la investigación en los últimos 20 años, con muchos compuestos de "baja contracción" que se lanzaron comercialmente.<sup>(10)</sup>

La resina acrílica fotopolimerizable requiere un dispositivo que utiliza luz que iniciará la reacción de curado, como luz azul de una lámpara halógena filtrada, láseres de argón, unidades de arco de plasma o diodos emisores de luz para establecer. A diferencia de la resina acrílica autocurable que comienza a endurecerse inmediatamente después del mezclado, la resina acrílica fotopolimerizable tiene un tiempo de trabajo mucho más prolongado entre su aplicación y su configuración. Utilizando los mismos principios de polimerización, el compuesto de resina (Bisphenol-A glicidil dimethacrilato, Bis-GMA o resina de Bowen) finalmente se desarrolló y se usa en procedimientos restaurativos, mientras que la resina acrílica se usa en aplicaciones tales como bases para dentaduras postizas.<sup>(11)</sup>

Afortunadamente, estos materiales han sido el foco de una gran cantidad de investigación en los últimos años con el objetivo de mejorar el rendimiento de la restauración mediante el cambio del sistema de iniciación, monómeros y rellenos y sus agentes de acoplamiento y mediante el desarrollo de nuevas estrategias de polimerización.<sup>(12)</sup>

### **5.2 Composición de las resinas**

La resina está compuesta por monómeros polimerizables que se convierten de un polímero líquido a altamente reticulado tras la exposición a la luz visible, que cataliza la formación de centros activos, típicamente radicales, que inducen la polimerización. La resina tiene varias funciones, incluyendo el módulo de mejora, la radiopacidad, la alteración del comportamiento de expansión térmica y reducir la contracción de polimerización reduciendo la fracción de resina. Finalmente, la interfaz de carga-resina sirve como un puente mediante el acoplamiento de restos polimerizables a la superficie de la partícula.<sup>(12)</sup>

El material consta de tres componentes: matriz de resina (contenido orgánico), rellenos (parte inorgánica) y agentes de acoplamiento. La matriz de resina consiste principalmente en Bis-GMA (bisfenol-Aglycidyl dimethacrylate). Dado que Bis-GMA es altamente viscoso solo, se mezcla en diferentes combinaciones con monómeros de cadena corta tales como TEGDMA (triethylenglicol-dimetacrilato). Cuanto menor es el contenido de Bis-GMA y cuanto mayor es la proporción de TEGDMA, mayor es la contracción de la polimerización. Reemplazar Bis-GMA con TEGDMA aumenta la resistencia a la tracción, pero reduce la resistencia a la flexión del material. Los monómeros pueden liberarse del material de restauración. Una polimerización con luz más larga mejora la velocidad de conversión (enlace de cadena de los monómeros individuales) y por lo tanto, conduce a una menor liberación de monómeros.<sup>(13)</sup>

Los rellenos están hechos de cuarzo, cerámica y sílice. Al aumentar el contenido de carga, se reduce la contracción de la polimerización, el coeficiente de expansión lineal y la absorción de agua. Por otro lado, con el aumento del contenido de carga, la resistencia a la compresión y a la tracción, el módulo de elasticidad y la resistencia al desgaste generalmente aumentan. El contenido de relleno de un compuesto a veces se determina por la forma del relleno.<sup>(13)</sup>

La unión estable entre el relleno y la matriz influye aún más en las propiedades del material. La calidad del enlace afecta la resistencia a la abrasión del material restaurador. Las moléculas de la fase compuesta tienen un grupo silano en un extremo y un grupo

metacrilato en el otro extremo y pueden unirse tanto con el relleno como con la matriz de resina.<sup>(13)</sup>

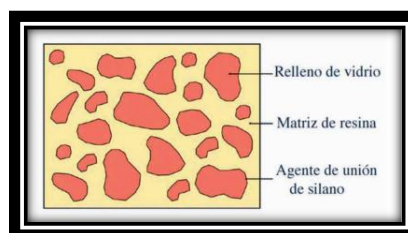
En la actualidad el avance de los biomateriales está encaminado hacia el mejoramiento de sus componentes, la función del material y la reducción del tiempo y de los métodos en los procedimientos clínicos, con la intención de conseguir mejores resultados en menor tiempo.<sup>(14)</sup>

Mientras que la restauración dental es un procedimiento multifactorial que presta atención al diagnóstico, la preparación del diente y las técnicas de colocación del material, el éxito clínico de estas restauraciones de composite fotopolimerizable depende de la polimerización optimizada del adhesivo y la resina de resina.<sup>(15)</sup>

Hay factores importantes que deben tenerse en cuenta cuando se utilizan adhesivos de resina fotopolimerizable, cementos de resina y otros materiales restauradores activados por luz para garantizar la fiabilidad y la durabilidad de las restauraciones colocadas.<sup>(15)</sup>

La odontología restauradora compuesta adhesiva requiere atención a los detalles en todos los aspectos del procedimiento, incluidos los siguientes: aislamiento correcto para controlar el sitio de trabajo y usando los tiempos recomendados para la colocación y grabado del ácido, distribución de adhesivo y fotopolimerización. Esto se debe combinar con una técnica de colocación de compuestos correcto para garantizar una restauración bien adaptada y sin filtraciones.<sup>(15)(7)</sup>

**Gráfico N°1.** Composición de las resinas



**Fuente:** Revista ADM órgano oficial de la asociación dental mexicana.

### **5.3 Proceso de fotopolimerización**

En esta investigación vamos a concentrarnos solamente en el factor de la fotopolimerización, pues se piensa que existe muy poco conocimiento sobre la importancia del uso adecuado de la fotopolimerización, a pesar de ser una de las causas del fracaso en los procedimientos clínicos de restauración.<sup>(7)</sup>

Entre todos estos pasos para lograr la durabilidad clínica, un curado con luz adecuado es esencial para garantizar el éxito de la restauración. Si el adhesivo y los compuestos a base de resina (RBC) no se curan con luz adecuada, la restauración tiene un alto riesgo de falla prematura. La caries recurrente y la fractura son dos consecuencias importantes del curado con luz inadecuada de los composites. Un fotocurado inadecuado puede reducir la fuerza de adherencia, la micro filtración, la sensibilidad postoperatoria, la toxicidad pulpar, la caries recurrente, la falta de estabilidad del color, el desgaste y la fractura.<sup>(15)</sup>

#### **5.3.1 Técnicas de fotopolimerización**

Existen diferentes técnicas de fotocurado de materiales resinosos, estas son:

- Técnica Convencional o Distribución uniforme continua, misma en la que se mantiene una intensidad constante, del inicio al fin de la fotopolimerización.<sup>(7)</sup>
- Técnica en pasos, en esta se reduce la intensidad por algunos segundos para posteriormente aumentar la intensidad de luz hasta culminar con la polimerización.<sup>(7)</sup>
- Técnica de pulso interrumpido, se coloca una intensidad baja de 3 a 5 segundos, se esperan varios minutos y luego se coloca la intensidad completa hasta que la polimerización haya concluido.<sup>(7)</sup>

- Técnica en rampa, se inicia la fotopolimerización con una baja intensidad y va aumentando mientras pasa el tiempo, hasta que llega a su máxima intensidad y concluye con la fotopolimerización. <sup>(7)</sup>

### **5.3.2 Tipos de lámparas de fotopolimerización**

En la actualidad, casi todos los composites dentales comerciales utilizan reacciones de fotopolimerización iniciadas por luz azul visible. Se encuentran disponibles unidades de fotocurado (LCU) basadas en diferentes principios físicos, como bombillas de cuarzo-tungsteno-halógeno (QTH), láser, luces de arco de plasma y diodos emisores de luz (LED).<sup>(6)</sup>

En muchos casos, los odontólogos que utilizan LCU LED a diario desconocen la física y/o la historia de su desarrollo. Este conocimiento, sin embargo, es esencial para que las LCU LED se puedan utilizar en todo su potencial y se apliquen adecuadamente en cualquier situación clínica particular.<sup>(6)</sup>

Debido a que la emisión de luz de LCU LED difiere en gran medida de la de otros tipos LCU más tradicionales, vale la pena tener una visión más cercana de los principios físicos de los LED. Este conocimiento puede no solo ayudar a entender mejor cómo funcionan los LED, sino que también puede contribuir al uso apropiado de LCU LED en la práctica clínica y reconocer las fortalezas y limitaciones de estos dispositivos en el uso diario. <sup>(6)</sup>

Aunque la primera generación de luces de polimerización LED dio como resultado una polimerización insuficiente de las resinas compuestas, las versiones más nuevas de unidades LED ofrecen una emisión espectral con una mayor irradiancia pico y potencia de salida. Algunos estudios han demostrado que el LED ahora es tan efectivo como las unidades de luz de curado QTH. <sup>(8)</sup>

El uso de estos dispositivos está aumentando debido a la durabilidad del dispositivo, no es necesario reemplazar el filtro y la bombilla, reducir la generación de calor y no enfriar. En los dispositivos LED, hay tres modos diferentes para polimerizar y curar resinas compuestas; rampa, retardo de pulso y modos convencionales.<sup>(16)</sup>

Las unidades LED tienen una vida útil esperada de 1.000 de horas sin una degradación significativa del flujo luminoso a lo largo del tiempo y no se requieren filtros, ya que su salida espectral cae convenientemente dentro del espectro de absorción del fotoiniciador canfoquinona (400-500 nm).<sup>(8)</sup>

Los LED tienen una serie de ventajas intrínsecas que los hacen ideales para la fotopolimerización de biomateriales orales. El ancho de línea espectral típico de la luz para LED es de 5-20 nm. En comparación con los espectros de emisión de todas las demás LCU, con la excepción de los láseres de iones de argón de banda estrecha, esto es extremadamente estrecho.<sup>(6)</sup>

Este estrecho rango de emisión es la mayor ventaja de las LCU de LED en comparación con la luz emitida por LCU basadas en diferentes principios, ya que los fotoiniciadores presentes en los biomateriales orales tienen espectros de absorción de luz con máximos distintivos. Si la longitud de onda del LED LCU se elige en este rango, el resultado es una fotopolimerización eficaz y rápida.<sup>(6)</sup>

Para la técnica incremental para la estratificación de materiales compuestos de resina, se recomendó que el espesor máximo de cada capa compuesta sea <2 mm con un tiempo de curado de 40 segundos para cada capa. Para lograr una tasa de conversión máxima, algunos autores recomendaron el curado a intensidades más bajas (<500 mW / cm<sup>2</sup>) dentro de intervalos de polimerización prolongados.<sup>(17)</sup>

En el proceso de foto curado, todo el material debe estar expuesto a una intensidad de luz suficiente para lograr la polimerización. Numerosos estudios han investigado varios



aspectos de la luz de radiación de las unidades de fotocurado dental, incluyendo la distribución de la longitud de onda, la intensidad de la luz y la atenuación del esmalte y la capa de dentina, así como los problemas del ciclo de vida del producto, como fluctuaciones en la línea voltaje y degradación de la bombilla y guía de luz. Estos estudios, sin embargo, suponen que las LCU siempre irradian una intensidad de luz homogénea y uniforme a través de la punta de la guía de luz y que la polimerización de la superficie de la resina es de calidad uniforme. <sup>(18)</sup>

Desafortunadamente, sobre la base de nuevos hallazgos y estudios en el campo, parece que la fotopolimerización es un tema aún subestimado tanto en las escuelas como en los consultorios dentales. Aparentemente, el proceso todavía se está tratando como algo muy simple. <sup>(4)</sup>

Las unidades de curado a menudo carecen de mantenimiento y proporcionan un rendimiento débil, combinado con tiempos de curado que a menudo se limitan a 20 segundos. Por lo tanto, la compensación de estos problemas prácticamente relevantes por una mayor producción de energía puede ser el punto más importante en la tecnología de fotopolimerización reciente. <sup>(17)</sup>

Las unidades de curado dental, o unidades de fotopolimerización (LCU), son esenciales en los consultorios dentales; Se usan diariamente en odontología restauradora, ortodoncia etc., para curar restauraciones a base de resinas, materiales de cementación y selladores. El éxito clínico de todos estos materiales depende de que la LCU proporcione suficiente luz para polimerizar la resina; de lo contrario, se producirá una polimerización incompleta. <sup>(19)</sup>

#### **5.4 Intensidad de luz**

Para conseguir resultados óptimos en la fotopolimerización de los materiales resinosos, es trascendental considerar 3 factores y sobretodo ajustarlos al proceso clínico.

- Intensidad
- Tiempo
- Velocidad

Muchos componentes pueden afectar la fotopolimerización de compuestos a base de resina. Estos factores se pueden clasificar en los siguientes: tipo de irradiancia de LCU; compuestos a base de resina, rellenos, espesor de incrementos y compatibilidad entre la emisión espectral de la LCU y el compuesto a base de resina; uso de la LCU, incluyendo la duración de la exposición y la distancia entre la punta de la guía de luz y el compuesto a base de resina, así como la variabilidad del operador con respecto al acceso al diente y el posicionamiento de la punta de la LCU perpendicular a la superficie de la restauración con resina compuesta.<sup>(20)</sup>

Una de los factores más importantes para el éxito de las restauraciones con resina compuesta depende directamente de su grado de polimerización y consecuentemente de la intensidad de la salida de luz de las unidades de curado. Una intensidad de luz suficiente, una correcta longitud de onda (400 a 520 nanómetros) y un tiempo adecuado de curado son variables críticas para lograr una polimerización completa. Si cualquiera de estas variables es inadecuada, los materiales sólo quedan polimerizados parcialmente. Este curado parcial aumenta la absorción de agua, la solubilidad y disminuye la dureza lo que puede ocasionar una falla grave del material.<sup>(5)</sup>

Se recomienda realizar comprobaciones periódicas de cualquier deterioro de la unidad de fotocurado con estos radiómetros para garantizar que la luz de fotocurado produzca una densidad de potencia superior a 400 mW / cm<sup>2</sup>.<sup>(21)</sup>

Hay una variedad de términos radiométricos usados para referirse a la salida de luz de una unidad de fotopolimerización. El término más frecuentemente usado es irradiancia, descrito como milivatio / área (mW / cm<sup>2</sup>).<sup>(15)(7)</sup>

A veces la irradiancia se denomina incorrectamente como densidad de potencia. Cuando se cura una resina dental, la irradiación de la luz se multiplica por el tiempo de exposición a la luz para obtener la exposición radiante, o la energía / área habitualmente reportada en unidades de Joules por centímetro cuadrado (J / cm<sup>2</sup>) suministradas por la luz de curado. <sup>(15)(7)</sup>

Los valores de irradiancia declarados por el fabricante pueden dar la impresión de que el clínico está usando una poderosa luz de curado, pero en realidad significativamente menos de esa energía irradiante está alcanzando la superficie del compuesto de resina que el clínico tiene la intención de curar. <sup>(15)</sup>

Sin embargo, la potencia radiante que emite la LCU puede verse afectada negativamente por la degradación de los componentes dentro de la LCU, por los materiales de restauración que se adhieren a la punta de la luz o por la esterilización de la guía de luz. <sup>(22)</sup>

#### **5.4.1 Radiómetro dental**

Para conocer los datos de salida de luz de las unidades de fotopolimerización es adecuado usar un radiómetro.

Un radiómetro mide la salida de luz; de una luz de curado a través de una pequeña ventana fija en la unidad. Si bien un radiómetro portátil relativamente barato o un radiómetro incorporado no proporcionan la precisión de un medidor de potencia de laboratorio, proporcionan datos útiles que permiten al clínico monitorear cualquier cambio en la salida de la luz de curado manteniendo un registro de la salida de luz medida con su radiómetro en la oficina. Cuando se comparan los resultados usando un radiómetro, es importante que se use el mismo diámetro de la punta de la luz. <sup>(23)</sup>

## **6. METODOLOGÍA**

### **6.1 Diseño de investigación**

**6.1.1 Estudio exploratorio**, es un estudio de tipo exploratorio porque la intensidad de luz emitida por las lámparas de foto polimerización y los fracasos en las restauraciones a base de materiales resinosos, no han sido estudiados en la clínica odontología de la UNACH, por lo que este estudio puede servir de referencia para nuevas investigaciones en el fracaso de las restauraciones.

**6.1.2 Estudio descriptivo**, se medirá la intensidad de luz emitida por las lámparas de fotocurado a través de un radiómetro y se analizarán los valores que se obtengan para compararlos con los valores normales de una lámpara en buen funcionamiento.

**6.1.3 Investigación documental**, este estudio es una investigación documental porque se basará en artículos de carácter académico.

**6.1.4. Investigación de laboratorio**, el estudio se realizará dentro de la clínica odontológica de la UNACH, donde se evaluará la intensidad de luz emitida de las lámparas de foto polimerización.

**6.1.5 Investigación exploratoria**, basándonos en esta investigación podremos entender que una causa del fracaso en las restauraciones a base de materiales resinosos puede ser la baja intensidad de polimerización de las lámparas utilizadas por los estudiantes en la clínica odontológica y de esta manera dar el mantenimiento adecuado para su correcto funcionamiento y evitar fallas en los procedimientos.

### **6.2 Objetos de estudio**

Se empleó un radiómetro comercial marca Dentamerica (LITEX) y se trabajó con lámparas de fotopolimerización usadas en la Unidad de Atención Odontológica.

### 6.2.1 Universo

98 lámparas LED utilizadas por los estudiantes de séptimo a décimo semestre de la Carrera de Odontología de la Universidad Nacional de Chimborazo.

### 6.2.2 Criterios de inclusión

Unidades de foto polimerización con carga completa de los estudiantes desde séptimo a décimo semestre de Odontología, matriculados en la asignatura Clínica Integral participaron en este estudio.

### 6.2.3 Criterios de exclusión

Unidades de foto polimerización sin carga de los estudiantes desde séptimo a décimo semestre de Odontología, matriculados en la asignatura Clínica Integral.

## 6.3 Variables

### 6.3.1 Operacionalización de variables

#### 6.3.1.1 Variables independientes: Lámparas de fotopolimerización

Tabla N°1. Lámparas de foto polimerización

Conceptualización	Dimensión	Indicador	Técnica	Instrumento
Las Lámparas Dentales de Fotocurado se utilizan en odontología para fotopolimerizar materiales dentales éstas emiten luz ultravioleta que actúa sobre los		Capacidad en Miliwat/cm2 Frecuencia de la luz  Filtros perforados o fracturados		

materiales fotopolimerizables, provocando la polimerización y el endurecimiento de los mismos en un breve lapso de tiempo.	Polimerización	Alteraciones de la fibra óptica y de su extremo activo Fracturas del filtro y variaciones en el diseño	Observación	Ficha de recolección de datos
	Tiempo	Tiempo en segundos de trabajo Tiempo de vida Tiempo de vida Útil	Entrevista	Cuestionario

**Fuente:** Diana Carolina Garzón Rodríguez  
**Elaborado por:** Diana Carolina Garzón Rodríguez

### 6.3.1.2 Variable dependiente: Evaluación de la intensidad de luz

**Tabla N°2.** Evaluación de la intensidad de luz

<b>Conceptualización</b>	<b>Dimensión</b>	<b>Indicador</b>	<b>Técnica</b>	<b>Instrumento</b>
Es la valoración del proceso de emisión de intensidad de luz para procesos de fotocurado, tomando en cuenta el tiempo de exposición de luz.	Intensidad de la luz	Aceptable Deficiente	Observación	Ficha de recolección de datos
	Tiempo de la radiación	Correcto Incorrecto	Entrevista	Cuestionario

**Fuente:** Diana Carolina Garzón Rodríguez  
**Elaborado por:** Diana Carolina Garzón Rodríguez

## 6.4 Procedimientos

### 6.4.1 Procedimientos operacionales

Se concentraron a 98 alumnos de séptimo a décimo semestre de la Carrera de Odontología para realizar mediciones de la intensidad de luz emitida por cada lámpara de fotopolimerización de los estudiantes, se tomó en cuenta la marca, intensidad, vida útil y tiempo de uso de las unidades LED.

### 6.4.2 Recolección de datos

Se diseñó una ficha de registro de datos y una entrevista para la respectiva investigación basada en un estudio anterior.<sup>(7)</sup> Una vez obtenido el radiómetro y aprobadas las hojas de registro y encuesta, se coordinó fechas para las visitas a la unidad de atención odontológica de la UNACH.

Se pidió autorización para realizar la investigación a los tutores encargados de la cada clínica y se detalló en cada hoja información general de cada visita.

Se procedió a recolectar datos como el tipo de lámpara, con o sin marca reconocida y si en la fibra óptica se encontraban residuos.<sup>(7)</sup> Con el uso de un radiómetro se midió la intensidad de luz tres veces por cada lámpara de fotopolimerización.

Se obtuvieron datos del operador de la lámpara: tiempo de fotocurado de cada porción de material, la frecuencia del uso de la unidad de polimerización y hace cuánto tiempo tienen la unidad de polimerización.<sup>(7)</sup>

### **6.4.3 Análisis Estadístico**

Estadística Descriptiva: En este estudio se utilizó una estadística de tipo descriptiva con el fin obtener información simplificada y poder analizarla de una manera rápida y cómoda de las unidades de fotopolimerización.

#### **Método de recolección de datos:**

Sistema de registro:

- Se recogió información de las lámparas de fotocurado

#### **Elaboración de la información:**

- Cuadros Estadísticos
- SPSS (Statistical Package for the Social Sciences)



## 7. RESULTADOS

Los siguientes resultados se basaron la obtención de datos mediante el análisis de las lámparas de fotopolimerización a partir del uso de un radiómetro mismo que mide la intensidad de luz que está siendo emitida por las LCU, cuyos datos fueron procesados y realizado el análisis estadístico con el programa SPSS.

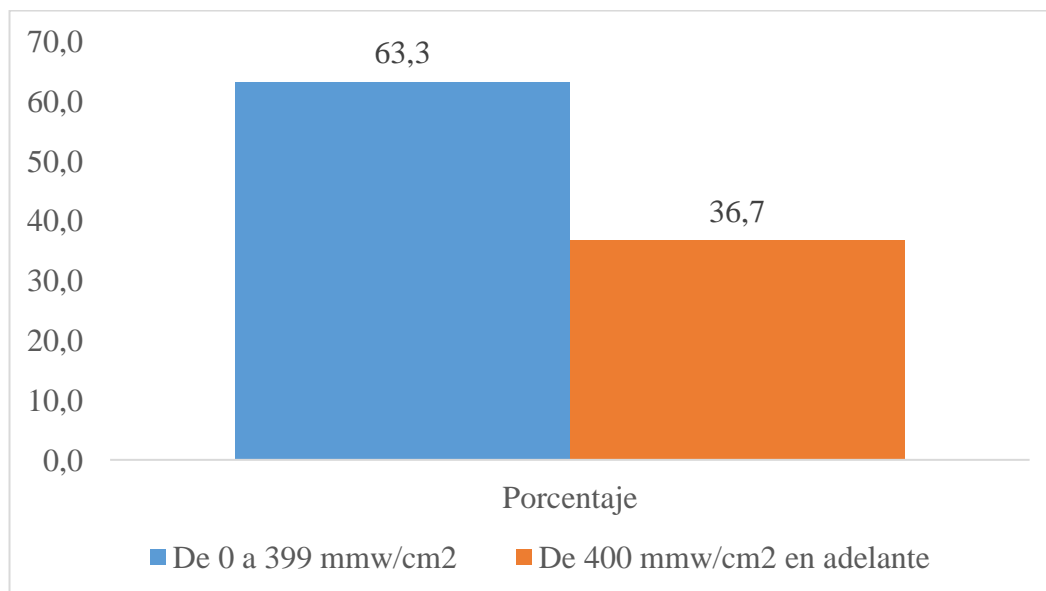
**Tabla N° 3.** Porcentaje de intensidad de luz registrada

<b>Intensidad</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Porcentaje válido</b>	<b>Porcentaje acumulado</b>
<b>De 0 a 399 mmw/cm2</b>	62	63,3	63,3	63,3
<b>De 400 mmw/cm2 en adelante</b>	36	36,7	36,7	100,0
<b>Total</b>	98	100,0	100,0	

**Fuente:** Lista de Cotejo procesado en SPSS

**Elaborado por:** Diana Carolina Garzón Rodríguez

**Grafico N°2.** Porcentaje de intensidad de luz registrada



**Fuente:** Lista de Cotejo procesado en SPSS

**Elaborado por:** Diana Carolina Garzón Rodríguez

**Descripción:** La intensidad que se encontró en la población estuvo caracterizada en rangos de 0 a 399 mmw/cm<sup>2</sup> correspondientes a un porcentaje de 63,3%, y de 400mmw/cm<sup>2</sup> en adelante el 36,7%

**Análisis e Interpretación:** La intensidad encontrada en el grupo de estudio bajo los estándares indicados para un correcto fotocurado indica que un valor por encima de los 400mmw/cm<sup>2</sup> genera una intensidad suficiente para producir fotopolimerización de los materiales resinosos.<sup>(21)</sup>

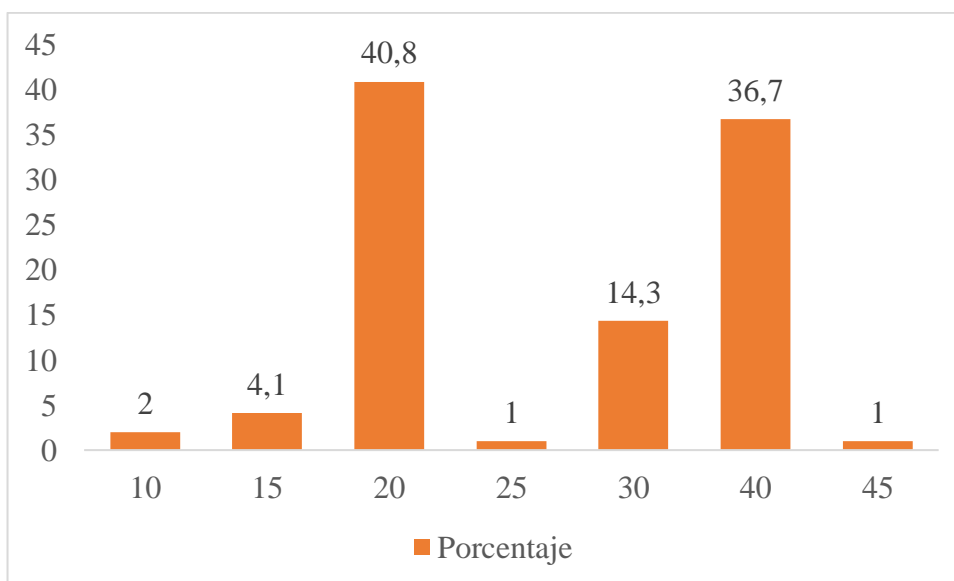
**Tabla N° 4.** Porcentaje de tiempo de polimerización en segundos

Segundos	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
10,00	2	2,0	2,0	2,0
15,00	4	4,1	4,1	6,1
20,00	40	40,8	40,8	46,9
25,00	1	1,0	1,0	48,0
30,00	14	14,3	14,3	62,2
40,00	36	36,7	36,7	99,0
45,00	1	1,0	1,0	100,0
<b>Total</b>	98	100,0	100,0	

**Fuente:** Lista de Cotejo procesado en SPSS

**Elaborado por:** Diana Carolina Garzón Rodríguez

**Grafico N°3.** Porcentaje de tiempo de polimerización en segundos



**Fuente:** Lista de Cotejo procesado en SPSS

**Elaborado por:** Diana Carolina Garzón Rodríguez

**Descripción:** El tiempo en segundos que se analizó en la población estuvo caracterizada en rangos de 10 segundos con un porcentaje de 2%, 15 segundos en un porcentaje de 4,1%, 20 segundos en un porcentaje de 40,8%, 25 segundos un porcentaje de 1%, 30 segundos en un porcentaje de 14,3%, 40 segundos en un porcentaje de 36,7%, 45 segundos en un porcentaje de 1%.

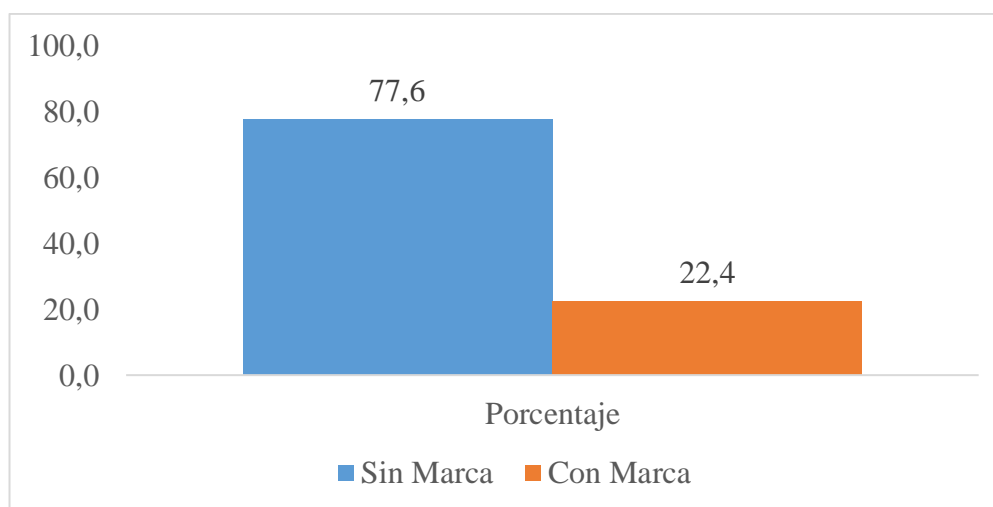
**Análisis e Interpretación:** El estándar de tiempo de fotopolimerización de un material resinoso indica que el tiempo adecuado debe ser de 40 segundos, en la población de estudio se evidenció más de la mitad de estudiantes no cumple con el rango óptimo de fotocurado para una polimerización completa.<sup>(9)</sup>

**Tabla N° 5.** Porcentaje de tipos de lámparas de fotocurado usadas

Marca	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
<b>Sin Marca Reconocida</b>	76	77,6	77,6	77,6
<b>Con Marca Reconocida</b>	22	22,4	22,4	100
<b>Total</b>	98	100	100	

**Fuente:** Lista de Cotejo procesado en SPSS  
**Elaborado por:** Diana Carolina Garzón Rodríguez

**Gráfico N° 4.** Porcentaje de tipos de lámparas de fotocurado usadas



**Fuente:** Lista de Cotejo procesado en SPSS  
**Elaborado por:** Diana Carolina Garzón Rodríguez

**Descripción:** Las marcas registradas en el estudio se caracterizaron en 77,6% lámparas sin marca reconocida y el 22,4% de lámparas con marca reconocida.

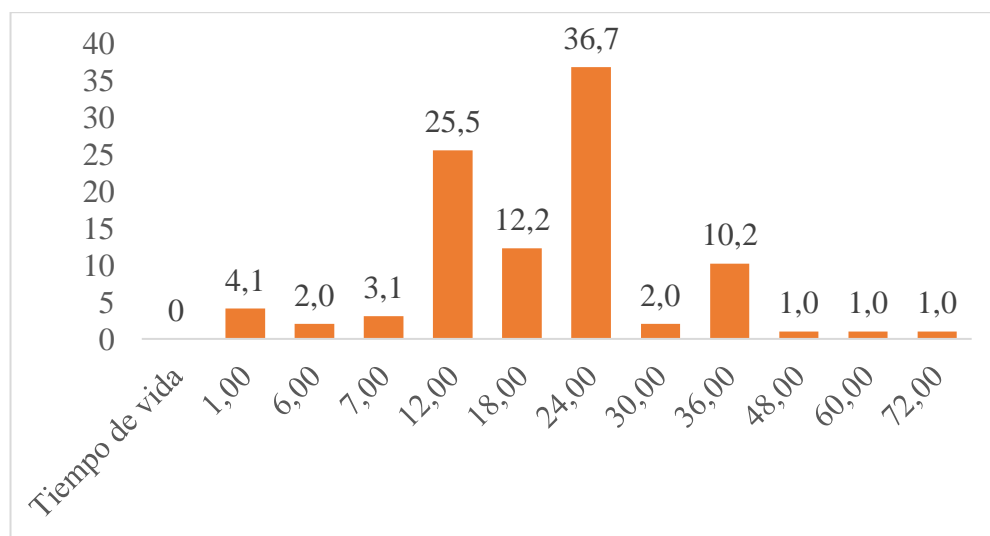
**Análisis e Interpretación:** El gran porcentaje de la población utilizan lámparas de fotocurado que no tienen marca comercial reconocida.

**Tabla N° 6.** Porcentaje de tiempo de vida útil de las lámparas de fotocurado

Tiempo de vida	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
1,00	4	4,1	4,1	4,1
6,00	2	2,0	2,0	6,1
7,00	3	3,1	3,1	9,2
12,00	25	25,5	25,5	34,7
18,00	12	12,2	12,2	46,9
24,00	36	36,7	36,7	83,7
30,00	2	2,0	2,0	85,7
36,00	10	10,2	10,2	95,9
48,00	1	1,0	1,0	96,9
60,00	1	1,0	1,0	98,0
72,00	1	1,0	1,0	99,0
120,00	1	1,0	1,0	100,0
<b>Total</b>	<b>98</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	

**Fuente:** Lista de Cotejo procesado en SPSS  
**Elaborado por:** Diana Carolina Garzón Rodríguez

**Gráfico N° 5.** Porcentaje de tiempo de vida útil



**Fuente:** Lista de Cotejo procesado en SPSS  
**Elaborado por:** Diana Carolina Garzón Rodríguez

**Descripción:** El tiempo de vida que se analizó en la población estuvo caracterizada en 1 mes de uso el 4,1%, 6 meses de uso el 2%, 7 meses un porcentaje de 3,1%, 12 meses un porcentaje de 25,5%, 18 meses un porcentaje de 12,2%, 24 meses el 36,7%, 30 meses un 2%, 36 meses un porcentaje de 10,2%, 48, 60, 72 y 120 meses con un porcentaje de 1%

**Análisis e Interpretación:** Las lámparas de fotopolimerización analizadas tienen un tiempo de vida útil de 24 meses máximo siendo el estándar de 5 años aproximadamente, encontrándose dentro de rangos normales.<sup>(9)</sup>

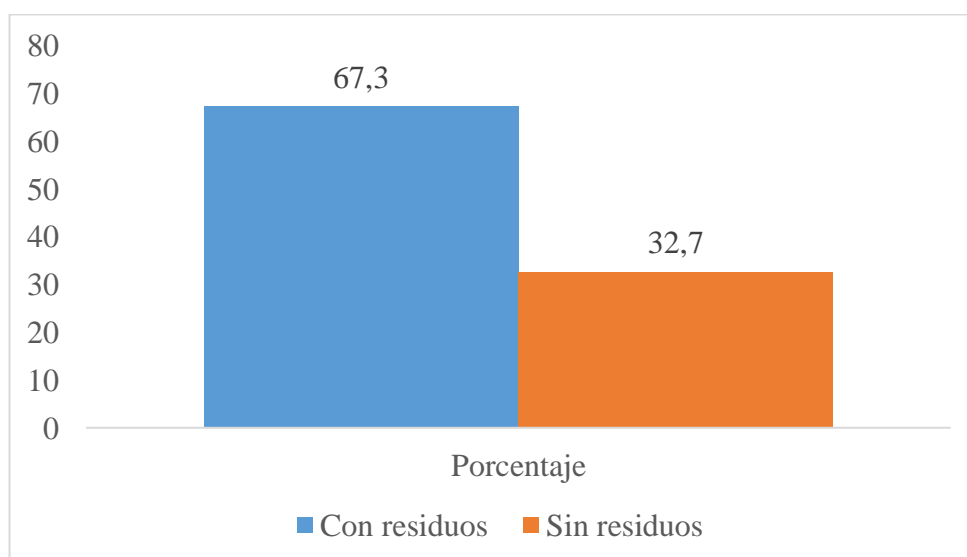
**Tabla N° 7.** Porcentaje de estado de la fibra

Estado	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
<b>Con residuos</b>	66	67,3	67,3	67,3
<b>Sin residuos</b>	32	32,7	32,7	100,0
<b>Total</b>	98	100,0	100,0	

**Fuente:** Lista de Cotejo procesado en SPSS

**Elaborado por:** Diana Carolina Garzón Rodríguez

**Gráfico N° 6.** Porcentaje de estado de la fibra



**Fuente:** Lista de Cotejo procesado en SPSS

**Elaborado por:** Diana Carolina Garzón Rodríguez

**Descripción:** La frecuencia que se analizó en la población el 67,3% de lámparas analizadas tuvieron residuos en la fibra, el 32,7% no tuvieron residuos.

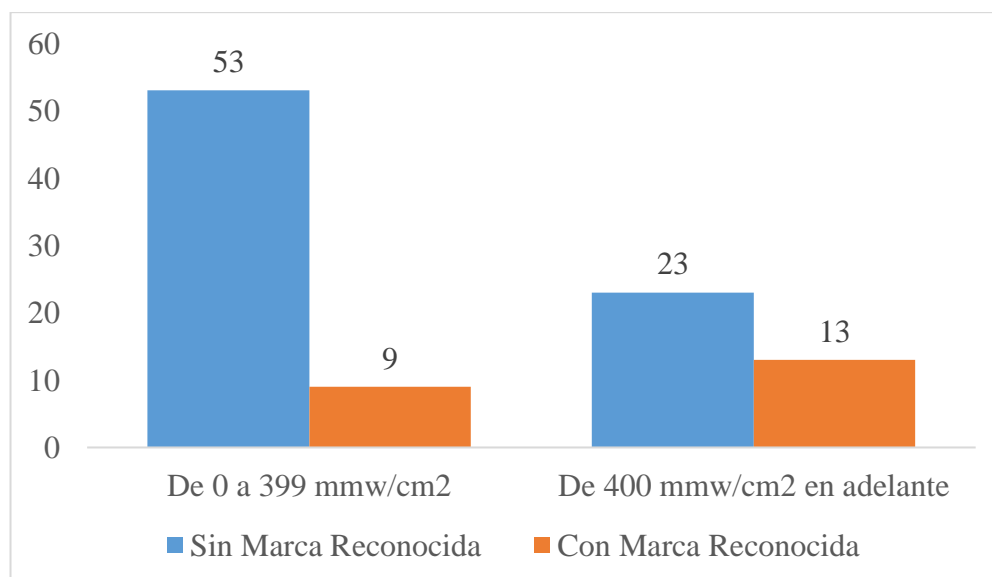
**Análisis e Interpretación:** De la población en la que se encontró residuos en la punta la polimerización e intensidad de la lámpara puede verse afectada según lo descrito en el estado del arte, mientras que de las lámparas sin residuos tienen una mejor fotopolimerización.

**Tabla N° 8.** Frecuencia de tipo de lámpara de fotocurado y su intensidad registrada

Tipo de unidades de Fotocurado	De 0 a 399 mmw/cm2	De 400 mmw/cm2 en adelante	Total
<b>Sin Marca Reconocida</b>	53	23	76
<b>Con Marca Reconocida</b>	9	13	22
<b>Total</b>	62	36	98

**Fuente:** Lista de Cotejo procesado en SPSS  
**Elaborado por:** Diana Carolina Garzón Rodríguez

**Gráfico N° 7.** Frecuencia de tipo de lámpara de fotocurado y su intensidad registrada



**Fuente:** Lista de Cotejo procesado en SPSS  
**Elaborado por:** Diana Carolina Garzón Rodríguez

**Descripción:** De la frecuencia que se analizó en la población 53 lámparas sin marca y 9 lámparas con marca analizadas tuvieron una intensidad menor a 400 mw/cm<sup>2</sup>, las que registraron una intensidad de 400mw/cm<sup>2</sup> o más 23 lámparas sin marca y 13 lámparas con marca.

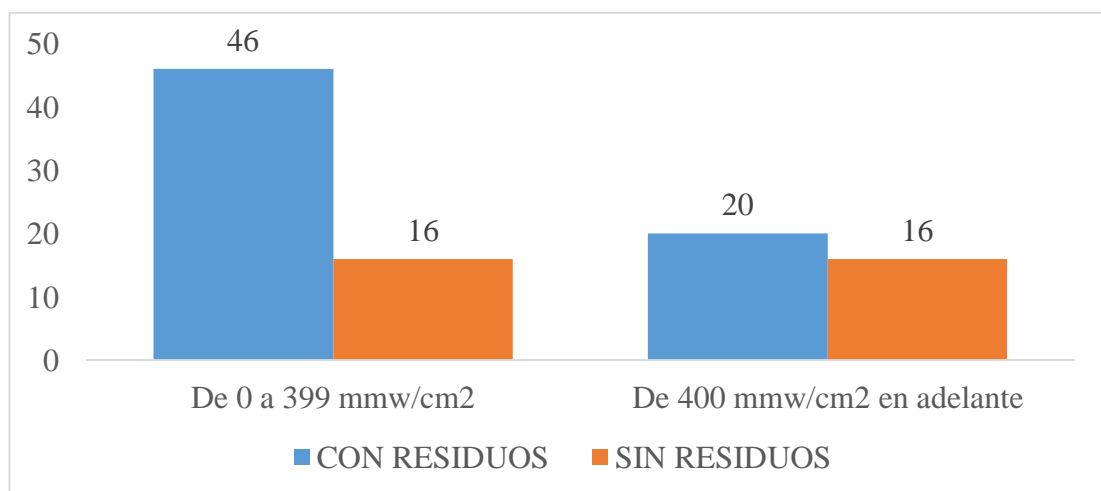
**Análisis e Interpretación:** De la población analizada las lámparas sin marca registran una intensidad baja de acuerdo al estándar adecuado determinada en los estudios que indican que debe ser de más 400mmw/cm<sup>2</sup>,<sup>(21)</sup> considerando que las lámparas sin marca reconocida no mantienen una intensidad que es requerida para una polimerización adecuada a diferencia de lámparas con marca reconocida que en su mayoría registran intensidades dentro del rangos óptimos.

**Tabla N° 9.** Frecuencia del estado de la fibra y su intensidad registrada

<b>Estado de la Fibra</b>	<b>De 0 a 399 mmw/cm<sup>2</sup></b>	<b>De 400 mmw/cm<sup>2</sup> en adelante</b>	<b>Total</b>
<b>Con residuos</b>	16	46	20
<b>Sin residuos</b>	62	16	66
<b>Total</b>	36	32	98

**Fuente:** Lista de Cotejo procesado en SPSS  
**Elaborado por:** Diana Carolina Garzón Rodríguez

**Gráfico N° 8.** Frecuencia del estado de la fibra y su intensidad registrada



**Fuente:** Lista de Cotejo procesado en SPSS  
**Elaborado por:** Diana Carolina Garzón Rodríguez

**Descripción:** De la frecuencia que se analizó en la población 46 lámparas mantenían residuos en la fibra y registraron una intensidad de menos 399mw/cm<sup>2</sup> y 20 lámparas con residuos registraron una intensidad normal de 400mw/cm<sup>2</sup> o mayor, de 32 unidades sin residuos en la fibra 16 registraron intensidad menos a 40mw/cm<sup>2</sup> y 16 valores de 400mw/cm<sup>2</sup> o superiores.

**Análisis e Interpretación:** De la población analizada las lámparas con residuos registran una intensidad baja dentro del rango normal descrito lo que puede probar que unidades sin marca reconocida no mantienen una intensidad dentro del estándar requerido para una polimerización adecuada a diferencia de lámparas con marca reconocida que en su mayoría registran intensidades dentro del estándar.

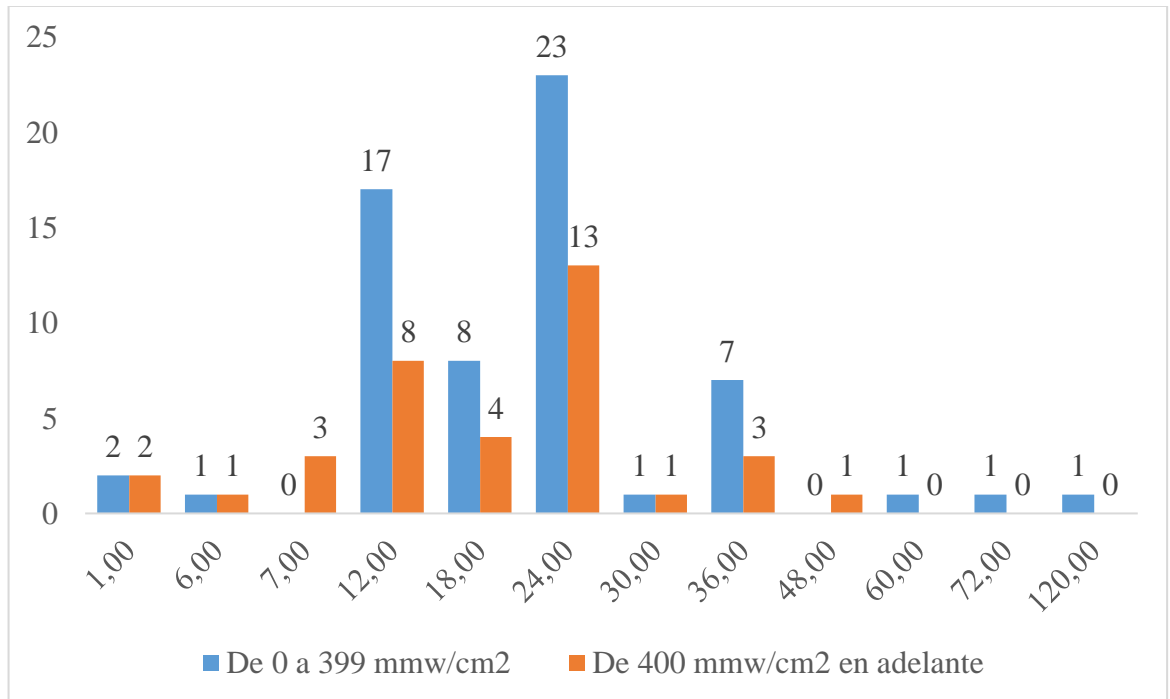
**Tabla N° 10.** Frecuencia de tiempo de vida útil y su intensidad registrada

<b>Tiempo de vida útil (meses)</b>	<b>De 0 a 399 mmw/cm<sup>2</sup></b>	<b>De 400 mmw/cm<sup>2</sup> en adelante</b>	<b>Total</b>
<b>1</b>	2	2	4
<b>6</b>	1	1	2
<b>7</b>	0	3	3
<b>12</b>	17	8	25
<b>18</b>	8	4	12
<b>24</b>	23	13	36
<b>30</b>	1	1	2
<b>36</b>	7	3	10
<b>48</b>	0	1	1
<b>60</b>	1	0	1
<b>72</b>	1	0	1
<b>120</b>	1	0	1
<b>Total</b>	62	36	98

**Fuente:** Lista de Cotejo procesado en SPSS  
**Elaborado por:** Diana Carolina Garzón Rodríguez



**Gráfico N° 9.** Frecuencia de tiempo de vida útil y su intensidad registrada



**Fuente:** Lista de Cotejo procesado en SPSS  
**Elaborado por:** Diana Carolina Garzón Rodríguez

**Descripción:** De la frecuencia que se analizó en la población 53 lámparas sin marca y 9 lámparas con marca reconocida analizadas tuvieron una intensidad menor a 400 mw/cm<sup>2</sup>, las que registraron una intensidad de 400mw/cm<sup>2</sup> o más 23 lámparas sin marca reconocida y 13 lámparas con marca reconocida.

**Análisis e Interpretación:** De la población analizada las unidades de fotocurado se encuentran en el rango normal de vida útil, siendo las lámparas que se encuentran por debajo del estándar de intensidad las que registran mayor tiempo de vida.

## 8. DISCUSIÓN

El correcto fotocurado de los materiales resinosos es esencial para el éxito y correcto desempeño clínico. La luz debe ser capaz de proporcionar suficiente intensidad, para fotopolimerizar cada incremento de resina compuesta. Diversos estudios han demostrado que una intensidad de luz de 500mW/cm<sup>2</sup> puede polimerizar la mayoría de los materiales de resinas si se utiliza el tiempo apropiado de fotocurado.<sup>(2)</sup>

Algunas investigaciones<sup>(7)(2)</sup> han mostrado que una correcta polimerización se lleva a cabo con una intensidad de luz de 400mw/cm<sup>2</sup> a 600mw/cm<sup>2</sup> como mínimo con un tiempo de polimerización de 30 a 40 segundos para que las preparaciones con resinas tengan un éxito clínico, coincidiendo con en este estudio en el que el 63,3% de unidades no registran una intensidad adecuada y apenas el 36,7% de unidades llegan a una intensidad de polimerización dentro del rango normal.

El 37,6% de operadores de las unidades LED fotocuran 40 segundos las preparaciones de resina siendo esto lo recomendable, el 40,8 de operadores exponen sus preparaciones 20 segundos resultando un tiempo deficiente según lo descrito en el estado del arte, coincidiendo con estudios similares en los cuales el 38% aproximadamente no exponen el tiempo adecuado sus preparaciones resinosas.<sup>(7)(2)</sup>

Sin embargo, la potencia radiante que emite las unidades de fotocurado puede verse afectada negativamente por la degradación de los componentes dentro de la LCU, por los materiales de restauración que se adhieren a la punta de la luz.<sup>(22)</sup> En esta investigación el porcentaje de lámparas con residuos en la punta llego al 67,3% siendo así un posible causante de la falta de emisión de luz en las lámparas.

De las lámparas sin marcas reconocidas se obtuvo un registro deficiente de intensidad en la luz siendo estas las unidades más utilizadas en la clínica odontológica por los estudiantes con un porcentaje de 77,6%, al igual que en un estudio similar en el que se ha comprobado que la baja calidad de las lámparas sin marca reconocida no tiene la

intensidad correcta para polimerizar resinas compuestas al igual que en la presente investigación.<sup>(7)</sup>

Las unidades LED tienen una vida útil esperada de 1.000 de horas sin una degradación significativa del flujo luminoso a lo largo del tiempo.<sup>(8)(9)</sup> El 36,7% de lámparas de fotocurado están en el rango normal de vida útil siendo así este un factor positivo en el estudio realizado, teniendo en cuenta que este no es un factor que afecta significativamente la salida de luz de las unidades.

Es necesario tomar en cuenta que diferentes factores llegan a afectar la emisión de luz y por lo tanto la intensidad que registran las unidades LED que están siendo utilizadas a diario por los estudiantes, es así que es de vital importancia realizar mediciones regulares y mantenimiento de los equipos para evitar el deterioro y el fracaso posterior de las preparaciones resinosas por un fotocurado deficiente, esto mediante el uso de un radiómetro para asegurar que la potencia sea superior a  $400 \text{ mW} / \text{cm}^2$ .<sup>(21)</sup>

Sería ideal para los odontólogos poder aprovechar un protocolo de curado que se puede aplicar universalmente en todos los casos. Koran y Kürschner concluyeron que la dosis total de intensidad de luz (el producto de la intensidad de la luz y el tiempo de exposición) se logra con una intensidad de luz de  $400 \text{ mW} / \text{cm}^2$  y un tiempo de exposición de 42.5 segundos.<sup>(9)</sup>

El tiempo que los operadores de las LCU fotocuran cada porción de resina en segundos fue en su mayor porcentaje de 40,8% realizando 20 segundos de exposición de luz LED al material resinoso. Es importante tomar en cuenta que un tiempo bajo de exposición y una intensidad de luz por debajo del rango normal pueden afectar de manera significativa el resultado final de una restauración es así que los resultados de un estudio mostraron que los valores bajos de intensidad luminosa ( $200 \text{ mW} \cdot \text{cm}^{-2}$ ) y los tiempos de irradiación cortos (5, 10 y 20 s) promovieron valores más bajos de dureza (VHN) y grados de conversión.<sup>(24)</sup> La polimerización completa del material está determinada por el grado de

conversión de monómeros en polímeros, lo que indica el número de grupos de metacrilato que han reaccionado entre sí durante el proceso de conversión. (El Grado de Conversión (GC), factor en el comportamiento físico y mecánico de este material, es determinado por la energía de polimerización, producto del tiempo de exposición y la potencia lumínica).<sup>(25)(26)</sup> No se pudo comprobar la dureza producto del fotocurado que permita aseverar eficazmente la compactación de las resinas en este proceso.

Estudios encontraron semejanza entre la densidad energética aplicada y el GC, utilizando, lámparas LED, de arco de plasma y halógenas. Al igual que otras investigaciones comprueban que la cantidad de energía aplicada al material al momento de iniciar la polimerización es directamente proporcional al grado de conversión obtenido en la restauración final.<sup>(26)</sup>

La contracción sufrida por el compuesto durante el curado oscila entre 1.35% y 7.1%. Esto, junto con el estrés de curado, conduce a fallas de cohesión y adhesión, que se unen por el grado de conversión de monómero a polímero como las principales causas de fallas de restauración de resina compuesta.<sup>(25)</sup>

Dejando como precedente que una fotopolimerización adecuada tomando en cuenta estándares de intensidad, tiempo, marca y demás factores son recursos necesarios para un fotocurado correcto, además de comprobar que las unidades de fotopolimerización usadas en la UAO no cumplen con los estándares requeridos, esto demuestra las posibles causas de fallas operatorias posterior al manejo clínico de los materiales resinosos, tales como la falla en su microdureza y grado de conversión afectado así el biomaterial. La manera en que se evalúa la dureza de los materiales de resina es una técnica indirecta para valorar el grado relativo de polimerización: entre más altos son los valores de dureza, la polimerización es más extensa.<sup>(27)</sup>

## 9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 9.1 Conclusiones

- Se determinó que la intensidad de luz de la mayoría de lámparas de fotopolimerización de los estudiantes de la UAO registran intensidades bajas dentro del estándar normal. A pesar de que el 36,7% presentaron intensidades aceptables, pero no siendo óptimas para una adecuada fotopolimerización.
- Se concluyó que el estado de las lámparas en cuanto a vida útil se encontraba en un rango óptimo siendo 5 años el estándar, el 36,7% lámparas con un tiempo de uso de 24 meses máximo, al contrario del estado de la fibra que se encontraron en estado deficiente del 67,3% de unidades con residuos en la punta lo que podría influir en un déficit en la intensidad de luz emitida.
- Los resultados demostraron que las lámparas de fotocurado sin marca comercial, el 77,6% tienen una emisión de luz deficiente, a diferencia de las lámparas con marca comercial que arrojaron resultados más satisfactorios al momento de emitir luz para un fotocurado que pueda asegurar el éxito operatorio.

## 9.2 Recomendaciones

- Realizar la calibración de las lámparas de fotocurado antes del inicio del ciclo académico para obtener una fotopolimerización eficiente de los biomateriales que se utilizan en la UAO.
- Realizar análisis periódicos del estado de las lámparas LED que están siendo utilizadas por los estudiantes para asegurar su correcto funcionamiento y mantener las unidades de fotopolimerización en buen estado con las puntas sin residuos y sin fracturas para así evitar una disminución de su intensidad de emisión de luz.
- Recomendar a los estudiantes reemplazar las lámparas LED de marcas desconocidas por unidades con marcas de renombre que ofrezcan garantías para cumplir con los requerimientos óptimos para una polimerización adecuada y que estén dentro de los rangos adecuados de luz emitida para fotopolimerizar.

## 10. BIBLIOGRAFÍA

1. Price R, Frcd C. Curious Curing. Gen Pract Featur. 2016;(July):50–5.
2. VANESSA RGY. Escuela Académico Profesional de Estomatología TESIS TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN: ESTUDIO DEL ESTADO DE LA POTENCIA HALÓGENA DE FOTO POLIMERIZACIÓN , DE LA USS-2015 Autor : Bach . RAMOS GARRIDO YENY. 2015;
3. Price RB, Labrie D, Kazmi S, Fahey J, Felix CM. Intra- and inter-brand accuracy of four dental radiometers. Clin Oral Investig. 2012;16(3):707–17.
4. BEOLCHI RS, MOURA-NETTO C, PALO RM, TORRES CRG, PELISSIER B. Changes in irradiance and energy density in relation to different curing distances. Braz Oral Res [Internet]. 2015;29(1):1–7. Available from: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1806-83242015000100257&lng=en&nrm=iso&tlng=en](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-83242015000100257&lng=en&nrm=iso&tlng=en)
5. Soto OPL, Vallejo JEA, Rodríguez LDJ, Macías AML. EVALUACIÓN DE LA INTENSIDAD DE SALIDA DE LA LUZ DE LAS LÁMPARAS DE FOTOCURADO DE UNA CLÍNICA DENTAL. Rev Colomb Investig en Odontol. 2011 Apr;2(4):24–32.
6. Jandt KD, Mills RW. A brief history of LED photopolymerization. Dent Mater [Internet]. 2013;29(6):605–17. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.dental.2013.02.003>
7. Alejandra RUM. Eficiencia en la práctica de fotopolimerización de resinas compuestas directas en los servicios odontológicos privados; Urdesa, Kennedy y Alborada. Guayaquil. 2014. Univ CATÓLICA SANTIAGO GUAYAQUIL Fac CIENCIAS MÉDICAS CARRERA Odontol. 2014;1–125.
8. Santos MJMC, Passos SP, da Encarnação MOL, Santos GC, Bottino MA. Hardening of a dual-cure resin cement using QTH and LED curing units. J Appl Oral Sci. 2010;18(2):110–5.
9. Mahn E. Clinical criteria for the successful curing of composite materials. Rev

Clínica Periodoncia, Implantol y Rehabil Oral. 2013;6(3):148–53.

10. Fugolin APP, Pfeifer CS. New Resins for Dental Composites. *J Dent Res* [Internet]. 2017;2203451772065. Available from: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0022034517720658>
11. Chan KHS, Mai Y, Kim H, Tong KCT, Ng D, Hsiao JCM. Review: Resin composite filling. *Materials (Basel)*. 2010;3(2):1228–43.
12. Cramer NB, Stansbury JW, Bowman CN. Recent Advances and Developments in Composite Dental Restorative Materials. *J Dent Res* [Internet]. 2011;90(4):402–16. Available from: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0022034510381263>
13. Zimmerli B, Strub M, Jeger F, Stadler O, Lussi A. Composite materials: composition, properties and clinical applications. A literature review. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* [Internet]. 2010;120(11):972–86. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21243545>
14. Mandri MN, Aguirre Grabre de Prieto A, Zamudio ME. Sistemas adhesivos en Odontología Restauradora. *Odontoestomatología*. 2015;17(26):50–6.
15. Predictable D, Restorations S. Understanding Light Curing , Part 1. *Dent Today*. 2014;1–12.
16. Zakavi F, Golpasand Hagh L, Sadeghian S, Freckelton V, Daraeighadikolaei A, Ghanatir E, et al. Evaluation of microleakage of class II dental composite resin restorations cured with LED or QTH dental curing light; Blind, Cluster Randomized, In vitro cross sectional study. *BMC Res Notes* [Internet]. 2014;7(1):416. Available from: <http://bmcresnotes.biomedcentral.com/articles/10.1186/1756-0500-7-416>
17. Krämer N, Lohbauer U, García-Godoy F, Frankenberger R. Light curing of resin-based composites in the LED era. *Am J Dent*. 2008;21(3):135–42.
18. ARIKAWA H, TAKAHASHI H, MINESAKI Y, MURAGUCHI K, MATSUYAMA T, KANIE T, et al. A method for improving the light intensity distribution in dental light-curing units. *Dent Mater J* [Internet]. 2011;30(2):151–7. Available from: [36](http://joi.jlc.jst.go.jp/JST.JSTAGE/dmj/2010-</a></li></ol></div><div data-bbox=)



114?from=CrossRef

19. Curious Curing by Richard Price, BDS, DDS, MS, FRCD(C), PhD - Dentaltown.
20. Maghaireh G a, Alzraikat H, Taha N a. Assessing the irradiance delivered from light-curing units in private dental offices in Jordan. *J Am Dent Assoc* [Internet]. 2013;144(8):922–7. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23904579>
21. PRICE RB, DÉRAND T, SEDAROUS M, ANDREOU P, LONEY RW. Effect of Distance on the Power Density from Two Light Guides. *J Esthet Restor Dent* [Internet]. 2000;12(6):320–7. Available from: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1708-8240.2000.tb00241.x>
22. Shimokawa CAK, Harlow JE, Turbino ML, Price RB. Ability of four dental radiometers to measure the light output from nine curing lights. *J Dent* [Internet]. 2016;54(2016):48–55. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jdent.2016.08.010>
23. Predictable D, Restorations S. Understanding Light Curing , Part 2. *Dent Today*. 2014;1–10.
24. Discacciati JAC, Neves AD, Oréface RL, Pimenta FJGS, Sander HH. Effect of light intensity and irradiation time on the polymerization process of a dental composite resin. *Mater Res* [Internet]. 2004;7(2):313–318. Available from: [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-14392004000200015&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-14392004000200015&script=sci_arttext)
25. Hervás-García A, Martínez-Lozano MA, Cabanes-Vila J, Barjau-Escribano A, Fos-Galve P. Composite resins. A review of the materials and clinical indications. *Med oral, Patol oral y cirugía bucal*. 2006;11(2):215–20.
26. Ancona A, Dimas NJ, Zamarripa E. Efecto de la energía de polimerización sobre el grado de conversión en resinas compuestas de uso dental envejecidas por uv.
27. Nevárez R, González L, Ceballos G, Orrantia B, Makita A, Nevárez R. Influencia de la humedad sobre las resinas compuestas de uso odontológico. *Synthesis (Stuttg)*. 2008;1(9):1–10.

## 11. ANEXOS

**Foto N°1:** Radiómetro



**Fuente:** Lista de Cotejo procesado en SPSS  
**Elaborado por:** Diana Carolina Garzón R.

**Foto N°2:** Intensidad registrada de 300mw/cm2



**Fuente:** Lista de Cotejo procesado en SPSS  
**Elaborado por:** Diana Carolina Garzón R.

**Foto N°3:** Intensidad registrada de 600 mw/cm2



**Fuente:** Lista de Cotejo procesado en SPSS  
**Elaborado por:** Diana Carolina Garzón R.

**Foto N°4:** Intensidad registrada de 200mw/cm2



**Fuente:** Lista de Cotejo procesado en SPSS  
**Elaborado por:** Diana Carolina Garzón R.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD  
CARRERA DE ODONTOLOGIA**



**NOMBRE:** \_\_\_\_\_

**CLINICA** \_\_\_\_\_

**FICHA DE REGISTRO DE DATOS**

**1. TIPO DE LAMPARA**

LED \_\_\_\_\_

HALOGENA \_\_\_\_\_

**2. MARCA COMERCIAL**

\_\_\_\_\_

**3. MODELO DE LAMPARA**

\_\_\_\_\_

**4. ESTADO DE LA PARTE ACTIVA DE LA FIBRA OPTICA**

CON RESIDUOS \_\_\_\_\_

SIN RESIDUOS \_\_\_\_\_

**5. INTENSIDAD REGISTRADA**

PRIMER REGISTRO	
SEGUNDO REGISTRO	
TERCER REGISTRO	
<b>PROMEDIO</b>	



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD  
CARRERA DE ODONTOLOGIA**



**NOMBRE:** \_\_\_\_\_

**CLINICA** \_\_\_\_\_

**CUESTIONARIO**

**6. QUE TIEMPO FOTOCURA CADA PORCION DE RESINA**

\_\_\_\_\_

**7. CON QUE FRECUENCIA USA SU LAMPARA A DIARIO**

< 30 min \_\_\_\_\_

30 min \_\_\_\_\_

>30 min \_\_\_\_\_

**8. HACE QUE TIEMPO COMPRO SU LAMPARA**

\_\_\_\_\_