



**CARACTERÍSTICAS DE LÁMPARAS DE FOTOPOLIMERIZACIÓN DE
ESTUDIANTES DE ORTODONCIA Y REHABILITACIÓN ORAL, UNICOC 2022**

**AUTORES
ANA MARIA GAMBOA DELGADO
CAMILO QUIÑONES ROMAN
JULIANA ROJAS GARCIA**

**COLEGIO ODONTOLOGICO
INSTITUCION UNIVERSITARIA COLEGIOS DE COLOMBIA - UNICOC
REHABILITACIÓN ORAL III**

**SANTAGO DE CALI
2022**



**CARACTERÍSTICAS DE LÁMPARAS DE FOTOPOLIMERIZACIÓN DE
ESTUDIANTES: ORTODONCIA Y REHABILITACIÓN ORAL, UNICOC 2022**

AUTORES

**ANA MARIA GAMBOA DELGADO
CAMILO QUIÑONES ROMAN
JULIANA ROJAS GARCIA**

DIRECTOR

**JULIANA ZULUAGA
ESPECIALISTA EN OPERATORIA Y BIOMATERIALES DENTALES.**

**ASESOR METODOLOGICO
ADRIANA JARAMILLO**

ASESOR ESTADISTICO

ESCRIBA NOMBRES Y APELLIDOS COMPLETOS DEL ASESORD.

**COLEGIO ODONTOLOGICO
INSTITUCION UNIVERSITARIA COLEGIOS DE COLOMBIA - UNICOC
REHABILITACIÓN ORAL**

TABLA DE CONTENIDO

1. Tabla de contenido	
2. INTRODUCCIÓN	4
3. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	5
3.1 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	10
4. MARCO TEÓRICO	10
4.1 Evolución de lámparas de fotocurado	10
4.1.1 Lámparas halógenas	10
4.1.2 Lámpara de arco de plasma	11
4.1.3 Lámparas LED	11
4.2 Mantenimiento preventivo y correctivo de las lámparas de fotocurado	15
4.3 Parámetros de intensidad de iluminación en lámparas de fotocurado	17
4.3.1 Rango de Polimerización	18
4.3.2 Rango de aceptabilidad para óptimo uso	19
4.4 Mantenimiento de las lámparas de fotocurado	20
4.4.1 Condiciones de integridad para fibra óptica de Lámparas LED	21
5. OBJETIVOS	27
5.1 OBJETIVO GENERAL	27
5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	27
6. METODOLOGÍA	27
6.1 DISEÑO DEL ESTUDIO	27
6.2 POBLACIÓN OBJETIVO	28
6.2.1 Criterios de selección	28
6.3 TAMAÑO DE MUESTRA Y DISEÑO DE MUESTREO	28
6.3.1 Cálculo del tamaño de muestra.	28
6.4 DEFINICIÓN DE VARIABLES	28
6.4.1 Variables.	28

6.4.2	Cuadro operacional de las variables	28
6.5	ANÁLISIS ESTADÍSTICO	32
6.6	RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	32
6.7	CONSIDERACIONES ÉTICAS	33
7.	RESULTADOS	36
8.	DISCUSIÓN	<i>¡Error! Marcador no definido.</i>
9.	RECOMENDACIONES	<i>¡Error! Marcador no definido.</i>
10.	CONCLUSIONES	<i>¡Error! Marcador no definido.</i>
11.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	43
ANEXOS		43

2. INTRODUCCIÓN

La presente investigación, tiene como propósito describir las características actuales de las lámparas de fotocurado utilizadas por estudiantes de posgrado de Ortodoncia y Rehabilitación Oral de UNICOC, sede Santiago de Cali.

Acorde a nuestros propósitos y objetivos en este estudio, se hace mención del aporte de autores como Matallana et. al, Moradas y Álvarez, Meléndez, Delgado y Tay, entre otros(1)(2); quienes hacen referencia a la necesidad de llevar registro de calibración y medición tanto de intensidad de luz, como de los componentes físicos presentes en las lámparas de fotocurado, ya que éstos presentan riesgos de deterioro constantemente, además, se menciona como la falla o alteración de dichas características puede influir significativamente en los tratamientos restauradores y ortodónticos.

Por otra parte, autores como Shortall AC, Price RB, MacKenzie L, Burke FJT, nos hablan de la importancia que tiene la correcta evaluación de las lámparas de fotocurado al mismo tiempo que la calibración de las mismas debido al impacto que se genera sobre la efectividad de los procesos y procedimientos clínicos restaurativos que es bastante alto, nos brinda una seguridad mayor de la correcta ejecución de los procesos adhesivos que son de suma importancia en el campo clínico para las áreas de rehabilitación oral y ortodoncia.(3)

Es entonces, en el momento de la evaluación y calibración de las lámparas de fotocurado donde debemos ser exquisitos y detallistas , pues autores como Melara Munguía A, Arregui Gambús M, Guinot F, Sáez S, y Bellet LJ , nos indican que cada elemento de este dispositivo, tiene un papel importante en la función del mismo, y la integridad óptima de cada elemento, nos puede ayudar a generar un gran cambio en la ejecución de los tratamientos clínicos.(4)

3. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

La lámpara de fotocurado, es un elemento importante en la práctica odontológica para la fotopolimerización de algunos materiales. Una intensidad de luz inadecuada puede producir alteraciones en materiales como: resina, cementos, ionómeros, adhesivos, entre otros, produciendo alteraciones en las propiedades mecánicas, profundidad de curado, stress de contracción de la resina, GAP, fallas adhesivas, pigmentación de las restauraciones, microfiltración, sensibilidad postoperatoria, inflamación pulpar y caries secundaria, descementación de restauraciones y Brackets, problemas que deben ser evitados en la práctica odontológica.(1)

Es por ello, que el cuidado de las lámparas es fundamental para obtener los resultados esperados con el tratamiento de fotocurado, por lo que esta investigación se enfocó en la importancia de la preservación del estado de las lámparas y la identificación de características dentro de las que podemos encontrar: tipo de luz, intensidad de la luz, condiciones específicas de la lámpara, como el estado funcional de sus componentes incluyendo botones, punta activa, fibra óptica, mango, adicionalmente se realizó la calibración periódica que debe presentar cada lámpara para su adecuado funcionamiento, ya que su oportuna detección y evaluación de condiciones y características de estos equipos, permitiría conocer los posibles resultados o fracasos de los tratamientos realizados por el odontólogo que se efectúan con las lámparas.

Teniendo en cuenta esto, el uso de baja intensidad o el suave inicio de luz de curado pueden mejorar la calidad del margen sin comprometer las propiedades físicas de la resina y los cementos de resina. Este efecto es atribuido al alargamiento de la fluidez de la resina y a la disminución de la contracción de la fase postgel. De esta manera, la detección de las características de luz que proyectan las lámparas de fotocurado, como su intensidad de luz, formó parte de los evaluativos necesarios para determinar que estos equipos cumplen con las condiciones oportunas de operatividad para realizar trabajos restaurativos con ellas .(2)

En la actualidad, según los autores Moradas Estrada M, y Álvarez López, las unidades de luz disponibles son ofrecidas en rangos de intensidad de luz que varían desde 300 hasta 3.000 mW/cm². Considerando el proceso de la polimerización, pareciera cuestionable el uso de altas intensidades para la polimerización directa de la resina, sin embargo, aunque estas intensidades producen mayor estrés de contracción, permiten que la resina sea curada adecuadamente.(2)

Existen diversas alternativas u opciones para reducir el grado de fotopolimerización, donde la relevancia clínica del inicio de la polimerización con una baja intensidad basada en la reducción del estrés, o la técnica de fotopolimerización, o también opciones de curado con altas intensidades, aún no han quedado suficientemente demostradas. Sin embargo, para fines de esta investigación, fue oportuno conocer las características que presentan las lámparas de fotocurado, su funcionalidad, observando su capacidad de polimerización ya que ésta depende de las intensidades lumínicas que pueden o no ser graduadas por dicho equipo, lo que determina ser considerada para su uso o sustitución inmediata por otra lámpara.

Moradas Estrada M, y Álvarez López han podido demostrar que, para una dosis de energía conocida, el estrés de contracción es más bajo en la técnica de polimerización retardada, aunque la contracción volumétrica no es alterada .(2)

Posteriormente, se describen las características y factores que afectan el proceso de polimerización dentro de los cuales se pueden encontrar:

1. Longitud de onda: Debería abarcar los picos de máxima activación de los diferentes tipos de fotoiniciadores. (5)
2. Uniformidad del haz de luz: El valor de potencia se divide por el área de la punta para producir un valor de salida radiante (irradiancia) a través de la punta de luz. Este valor de irradiancia solo puede representar un valor de salida promedio a través de la punta de luz y no da ninguna indicación de si hay 'puntos calientes' de alta irradiancia o 'puntos fríos' de valores más bajos en la punta de la luz. (5)
3. Distancia: La efectividad de la radiación lumínica es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia. Esto quiere decir, que si variamos la distancia entre la luz y la superficie a polimerizar existirán grandes pérdidas

en la intensidad lumínica. Por lo tanto, se debe mantener la fuente luminosa lo más cerca posible del material de restauración. (5)

4. Intensidad de potencia: La intensidad mínima que debemos de exigir a las unidades de fotoactivación de composites es de 350-400 mW/cm² .(5)
5. Tiempo de exposición: dependiendo del material de restauración por ejemplo la resina requiere una cantidad de energía de 16 Joules.(5)
6. Diámetro de la punta activa: Puede tener un impacto significativo en la cantidad de luz y energía entregada a la restauración. Se deben utilizar lámparas de polimerización con una punta emisora de luz que cubra completamente toda la superficie de la restauración. De lo contrario, deberán realizar exposiciones múltiples, secuenciales para asegurarse de que todas las áreas del material de restauración hayan recibido la cantidad adecuada de luz.(5)
7. Tamaño de la lámpara de polimerización y acceso clínico: El acceso a una restauración que se encuentra en las superficies vestibulares de los dientes anteriores no suele ser un problema. Sin embargo, las lámparas de polimerización difieren en la forma de su fibra de vidrio, es por eso que su capacidad para llegar a todas las regiones de la boca especialmente la región posterior se dificulta. Esto provocará un ángulo de sombra, que afectará la cantidad de exposición radiante suministrada y, en última instancia, podría afectar el éxito de la restauración.(5)

Teniendo en cuenta los parámetros anteriormente mencionados se pudo observar que la alteración en el proceso de polimerización está sujeto a las características de la lámparas generando un inadecuado proceso de polimerización, lo que conlleva a diferentes alteraciones en las propiedades mecánicas del material restaurador, profundidad de curado y estrés de contracción de la resina; desde el punto de vista clínico, la contracción de polimerización puede llevar a fallas adhesivas o cohesivas del material de restauración dado al estrés interno algunos investigadores refieren que una de las propiedades biológicas de los materiales que podría ser alterada es

la citotoxicidad posiblemente por la ingestión de monómeros u otros químicos que pueden tener lugar con incrementos relativamente mayores que no son bien polimerizados por las unidades de fotocurado.(1)

Sin embargo, existen muy pocos estudios que evalúen la efectividad en diferentes lámparas de alta potencia en resinas compuestas que permitan incremento único de resina. En otros términos, no existen estudios que comparen la efectividad de las diferentes lámparas LED en resinas compuestas, por lo que existe un vacío de información al respecto de las características funcionales con que contaban las lámparas de fotocurado con las que se realizaron los estudios, y desde esta perspectiva, surge el interés de la presente investigación, al enfocarse en la importancia que tiene el conocimiento y evaluación del estado de las lámparas oportunamente, al considerar las condiciones de eficiencia según la presencia de características pertinentes a la operatividad de estos equipos empleados en trabajos restaurativos y ortodónticos.(5)

Actualmente, no se tiene información sobre el estado de las lámparas de fotocurado con las cuales los estudiantes de los posgrado de Ortodoncia y Rehabilitación Oral de UNICOC Cali están desarrollando su trabajo clínico dentro de la universidad, de igual forma se desconoce el estado funcional y de calibración con que están operando estos equipos, según sus características prediseñadas; adicionalmente no se tiene conocimiento si los estudiantes saben de la importancia de una correcta manipulación y mantenimiento de las lámparas de fotocurado.

Por lo tanto, es importante conocer las características de operatividad y correcta funcionalidad de las lámparas de fotocurado para garantizar la calidad de los diferentes materiales fotopolimerizables que se emplea durante las sesiones de rehabilitación oral y ortodoncia, ya que como se mencionó anteriormente son muchos los factores responsables de que un material se polimerice adecuadamente, siendo los más importantes la intensidad de luz y la activación de los fotoiniciadores utilizados; en otras palabras, la compatibilidad con el material utilizado. (6)

Los materiales fotopolimerizables como los compuestos son principalmente monómeros orgánicos monoméricos e inorgánicos. Para convertir los monómeros en polímeros se requieren fotoiniciadores que los transformen en radicales durante la exposición a la luz. Hasta la fecha el iniciador más utilizado es la canforoquinona que absorbe la luz en el rango de longitud de aprox. 390 a 510 nm. Sin embargo, su color amarillo es una desventaja ya que influye en el color final de la restauración polimerizada. Por este motivo, se utilizan fotoiniciadores blancos como la fenil propanodiona (PPD) o Lucerin TPO en algunos materiales como adhesivos, resinas y cementos resinosos que están diseñados para la producción de restauraciones estéticas. Estos iniciadores absorben la luz en el rango de longitud de 380 a 430 nm. (6)

De esta manera, podría ver que la problemática radica en que los materiales a base de resina que no se fotocuran adecuadamente no alcanzarán las propiedades previstas por los fabricantes. Esto quiere decir, que tendrán un menor grado de conversión de los monómeros en polímeros y, en consecuencia, propiedades mecánicas inferiores, menor estabilidad del color, menor biocompatibilidad, menor fuerza de unión al diente, mayor formación de biofilm y mayor desgaste. (7)

Por lo tanto, en esta investigación se pretende realizar una evaluación por parte de un ingeniero biomédico las características que deben tener las lámparas de fotocurado para un adecuado funcionamiento, al momento de su uso en procesos restaurativos y ortodónticos, lo que permitiría identificar si se detecta oportunamente el cumplimiento o no de las condiciones físicas, biológicas e integridad de los botones de equipo, la punta activa y el mango de fibra óptica encontradas en cada una de las lámparas LED y halógenas de los estudiantes de Ortodoncia y Rehabilitación Oral en la Clínica Odontológica de UNICOC, sede Cali.

3.1 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cuáles son las características actuales de las lámparas de fotocurado de los estudiantes de posgrado de Ortodoncia y Rehabilitación oral UNICOC sede Cali?

4. MARCO TEÓRICO

4.1 Evolución de lámparas de fotocurado

La incorporación de las unidades de polimerización (UP), es desde aproximadamente la década del setenta, cuando se ha permitido controlar en gran medida el inicio de la reacción de polimerización de los diferentes materiales odontológicos. (8)

Así, las primeras UP que surgieron a principios de la década de 1970 tenían un espectro de emisión inferior al de la luz visible, en el rango ultravioleta. Más tarde aparecieron en el mercado las primeras unidades de polimerización de luz visible basadas en una lámpara halógena de cuarzo y tungsteno. (8)

Sin embargo, a lo largo de los años las lámparas de polimerización se han desarrollado y mejorado junto con los materiales dentales para los que se utilizan. Actualmente, consideran que hay un gran desarrollo de fuentes de luces rápidas y eficaces que actúan conjuntamente con el desarrollo en tecnologías de polímeros dentales. Es entonces importante conocer las características del equipo (fuente de luz) y las propiedades logradas con las resinas, para que, con criterio basado en evidencia científica, el odontólogo pueda ofrecerle al paciente mejores resultados.(9)

4.1.1 Lámparas halógenas

Las lámparas halógenas fueron las primeras luces de curado, éstas usaban una bombilla de proyector QTH (Unidades halógenas). La bombilla QTH contiene un gas halógeno a base de cloro y un filamento de tungsteno.(4) Se encuentran compuestas por un foco halógeno de cuarzo- tungsteno de diferentes potencias (desde 35 hasta 100 o 300 watt en algunos modelos), un sistema de filtros para

permitir solo el paso de las longitudes de onda compatibles con los sistemas de iniciación (canforoquinona/amina) de entre 400 y 500 nm y una guía de fibra óptica, o varilla conductora sólida (en algunas presentaciones, intercambiable, de diferentes diámetros y curvaturas), para transmitir la luz emergente, con la menor pérdida de energía posible, hasta la superficie del material.(4)

En ellas, la luz de la bombilla QTH se dirige primero hacia un reflector parabólico plateado que se encuentra detrás del filamento.

Posteriormente, la luz reflejada restante se dirige hacia un filtro de paso de banda que bloquea las longitudes de onda infrarrojas, antes de entrar en una guía de luz de fibra óptica. Por tanto, solo la luz azul de longitudes de onda entre aproximadamente 400 y 500 nm alcanza la superficie proximal de una guía de luz de fibra óptica de vidrio.

Entre los principales mecanismos de funcionamiento destacamos su capacidad operativa con una intensidad entre 400 y 800 mW/cm², para llevar a cabo el proceso de polimerización del material en un tiempo de 40 segundos. (4)

4.1.2 Lámpara de arco de plasma

Estas lámparas fueron diseñadas para aumentar la intensidad de polimerización del composite, hasta intensidades aproximadas de 1.800 mW/cm², disminuyendo el tiempo de polimerización. Su mecanismo de acción se inicia al aplicar un alto voltaje entre dos electrodos, produciendo un arco de luz entre ellos.

Aunque las luces PAC son excelentes lámparas de curado, también son caras, ruidosas, grandes, no portátiles y no pueden funcionar con baterías. Como resultado, las luces PAC se han vuelto menos populares en los últimos años.(4)

4.1.3 Lámparas LED

Esta tecnología permite que semiconductores específicos puedan emitir luz de diferentes colores, en una banda muy estrecha de longitud de onda. Para el uso odontológico, las unidades LED deben emitir luz azul, es decir, alrededor de 460-480 nm. (10)

Estos semiconductores convierten de manera más eficiente la electricidad en luz y así necesitan menor energía para ser activados. Cuando los electrones pasan de un nivel de máxima energía a otra de menor se libera la diferencia exacta de energía de la separación de banda, en forma de fotón; esta luz tiene una distribución espectral estrecha, es decir solo actúa en las longitudes de onda deseadas. (10)

Las luces de curado LED tienen muchas ventajas porque son de estado sólido, livianas, funcionan con baterías, muy eficientes y no filtradas. Sus fuentes emisoras pueden proporcionar una vida útil prolongada en comparación con las fuentes de luz de filamentos. (11)

4.1.3.1 Generaciones de lámparas LED

4.1.3.1.1 Primera generación

Al respecto de las lámparas de primera generación, eran aparatos que emitían luz de potencia inferior a 300 MW/cm², con poco poder de penetración en los materiales fotoactivados. (10)

La salida de longitud de onda azul de estas primeras unidades LED estaba en el rango de absorción máxima de CQ (Canforoquinona), lo que hace que estos LED azules sean muy eficientes para producir los radicales libres necesarios para fotocurado de resinas dentales. (11)

4.1.3.1.2 Segunda generación

En cuanto a las de segunda generación, contaban con nuevos emisores LED que entregaron una mayor salida de potencia radiante, de modo que el número de fotones que se emitieron dentro del rango de absorción de CQ excedió el de las luces QTH o PAC de alto rendimiento (4). Con el aumento de la potencia radiante, la necesidad de enfriar el emisor LED se volvió crítica; de lo contrario, el LED se sobrecalentaría y se destruiría a sí mismo. (11)

Estas lámparas presentaban una mayor emisión radiante que las lámparas halógenas y permitían organizar 4 áreas de iluminación cada una albergando 4 superficies emisoras de luz, lo cual fue posible debido al menor tamaño de los LEDs.

Por esa razón, el tiempo de exposición recomendado disminuyó, volviendo a estas lámparas más comerciales. A pesar de los avances logrados en cuanto a la emisión radiante, las lámparas de primera y segunda generación fueron diseñadas para la polimerización de la CQ, sin embargo, su espectro de emisión de luz no permitía la activación de resinas que presentaban fotoiniciadores activados por espectros de luz menores a 450 nm. (12)

4.1.3.1.3 Tercera generación

Al respecto de las lámparas de fotocurado de tercera generación, muchos odontólogos descubrieron que los tonos de los compuestos de resina disponibles en ese momento eran demasiado amarillos y no podían coincidir con el color de los dientes blanqueados. Este efecto se produjo principalmente porque el fotoiniciador CQ utilizado en las resinas es de color amarillo brillante. Como resultado, algunos fabricantes incorporaron co-iniciadores para aumentar la efectividad de CQ y así reducir la concentración de CQ (10). Éstos Incorporan chips con capacidad para emitir diferentes longitudes de onda (Azul –450-470 nm– + violeta –400 nm–) para incorporar sistemas iniciadores alternativos.(11)

4.2 Biomateriales dentales fotopolimerizables

Los biomateriales dentales fotopolimerizables están constituidas por básicamente por dos elementos de cuya proporción, calidad e interacción dependen las propiedades finales del material. La matriz orgánico sintético que alcanza el estado sólido mediante una reacción de polimerización. La presencia de esta fase permite obtener una masa con capacidad de pasar de un estado plástico, moldeable, a un estado sólido en condiciones compatibles con el empleo clínico.El material inorgánico o “relleno”, está constituido por fragmentos de algún material de naturaleza cerámica (vidrios a base de silicatos, yterbio, zirconia, etc.)(8)

El proceso de transformación de una masa plástica en una masa sólida depende de la matriz orgánica y consiste básicamente en una reacción de polimerización. Esta reacción es una polimerización por adición, es decir, dependiente de moléculas insaturadas o con dobles enlaces disponibles para ser desdoblados mediante algún mecanismo de entrega de energía. (8)

Dentro del sistema se encuentran componentes como:

- **Iniciador:** Moléculas capaces de generar radicales libres (alcanforquinona, PPD fenilpropanodiona, Lucerin TPO). (8)
- **Activador:** Tiene como función acelerar el iniciador; puede estar representado por elementos de diferente naturaleza. (8)

Existen varios factores significativos que tienen un impacto en el grado de conversión de los materiales a base de resina:

- Composición de materiales a base de resina (tipo, forma y tamaño de contenido inorgánico; tipo y cantidad de matriz orgánica; tipo de fotoiniciador y cantidad).
- Características de la unidad de fotocurado.
- Conocimiento y habilidad del operador.
- Características de restauración. (8)

Nunca se logra una conversión del 100% de monómero en polímero en materiales a base de resina. Incluso en un material a base de resina totalmente polimerizado, los monómeros sin reaccionar pueden lixiviarse y causar citotoxicidad. Además, la polimerización insuficiente puede afectar negativamente las propiedades de una restauración a base de resina, como el desgaste, la calidad del margen, la calidad de la interfaz de unión, la profundidad de curado, las propiedades mecánicas y el grado de conversión.(13)

4.3 Mantenimiento preventivo y correctivo de las lámparas de fotocurado

Todos los dispositivos médicos, dentro de los que se incluyen los dispositivos odontológicos como lámparas de fotocurado se encuentran clasificadas según el decreto 582 del 2017 como clase IIb que implica un riesgo alto, sujeto a controles especiales en el diseño y fabricación para demostrar su seguridad y efectividad.(14)

El Decreto 4725 de 2005, dentro de sus criterios en el Artículo 38. “Posventa de los dispositivos médicos considerados equipos biomédicos y su mantenimiento”, establece que los dispositivos médicos considerados equipos biomédicos, el fabricante o importador deberá ofrecer los servicios de verificación de la calibración, mantenimiento y aprovisionamiento de insumos y repuestos, así como la capacitación requerida tanto en operación como en mantenimiento básico del equipamiento. Adicional solicita que el propietario o tenedor del equipo biomédico deberá asegurarse que su uso y funcionamiento estén de acuerdo con lo establecido en los manuales entregados por el fabricante en el momento de la venta del mismo, así como de su calibración y mantenimiento.(14)

Es por ello, que todo dispositivo médico que se use para prestación de servicios en seres humanos, deberán contar con manual en español para lo cual el tenedor deberá garantizar que se cumpla con las condiciones de calibración descritas en este. Con la calibración se garantiza que los dispositivos médicos se encuentren dentro de los parámetros de funcionamiento bajo los cuales fueron fabricando, logrando así que el resultado terapéutico o diagnóstico sea el adecuado. (14)

Las lámparas de fotocurado son considerados dispositivos médicos, para lo cual requieren y cuentan con un registro sanitario emitido por el Instituto de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos INVIMA, lo cual los autoriza para ser usados en seres humanos por profesionales de odontología. Dentro de los manuales de las lámparas de fotocurado se cuenta con información de las longitudes de onda que garantizan la intensidad de la luz emitida por el equipo, lo cual permite tener el resultado esperado sobre el tratamiento realizado. (14)

Dentro de las principales marcas de lámparas de fotocurado LED y halógenas más reconocidas en el país, podemos encontrar algunas como), Blueface® (ivoclar) o-light plus® (woodpecker) ortholux®(3M), elipar®(3M), E.S.P.E.C® (coltene) entre otras.

En el caso de las lámparas de fotocurado más conocidas en el mercado se encuentra el modelo VALO® de la casa comercial ultradent, esta lámpara de tercera generación tipo polywave emite longitudes de onda entre 395 a 480 nm, tiene tres opciones de intensidad de luz en las cuales están: modo estándar: 1.000 mw/cm², modo de potencia alta 1.600 mw/cm² y potencia extra 3.200 mw/cm², permitiéndole al operador realizar de manera objetiva la selección de la intensidad para cada procedimiento clínico, esta intensidad es capaz de polimeriza todos los materiales dentales de fotopolimerización(15). Por otro lado dentro de las lámparas tipo monowave encontramos la o-light plus® de la marca woodpecker la cual cuenta con características como una potencia de luz LED azul de alta intensidad con una longitud de onda entre 420 – 480 nm, emite una alta potencia de 800 W/cm, esta aumenta a partir de 500 a 800 W/cm por 5 segundos y mantiene la potencia alta por el tiempo programado. Dentro de su manual de uso estos dispositivos tienen instrucciones de mantenimiento diario como limpiar la fibra óptica eliminando todos los contaminantes, esterilizar la fibra óptica en autoclave, guardar la fibra óptica en un lugar limpio, seco, fresco y bien ventilado, entre otras. (16)

En Colombia, según lo determinado por el Decreto 1595 de 2015 establece que aquellos instrumentos con los cuales se realizan las mediciones de los dispositivos médicos o equipos que requieran calibración, deberán presentar trazabilidad ante una variable nacional de medida y por tanto el radiómetro con el cual se realice la calibración de la lámpara de fotocurado deberá presentar una trazabilidad con un equipo patrón certificado por el Organismo Nacional de Acreditación en Colombia ONAC o un organismo internacional reconocido por dicha entidad.(14)

Cuando se realice la calibración de la lámpara de fotocurado, se deberá emitir un certificado con las mediciones arrojadas por el instrumento para la variable involucrada, en este caso longitud de onda, con los respectivos errores e

incertidumbres de medición. En caso tal de que el equipo arroje valores que se encuentren por fuera del rango establecido en las especificaciones técnicas del dispositivo, la lámpara deberá someterse a proceso de ajuste y deberá realizarse la medición con el radiómetro de nuevo, buscando así que la intensidad de luz arrojada por el dispositivo sea la esperada y la establecida por el fabricante para su adecuado desempeño. (14)

4.4 Parámetros de intensidad de iluminación en lámparas de fotocurado

La intensidad de iluminación se conoce como el flujo de radiación emitida de una superficie como la punta activa de una lámpara de fotopolimerización, la cual debería ser uniforme mientras se dirige a los diferentes materiales restauradores, cementantes, brackets. Los parámetros de valoración de intensidad de luz de las unidades, son los principales a tenerse en cuenta al momento de asegurar la calidad de utilidad de las lámparas de fotocurado para su adecuado desempeño según las indicaciones del fabricante, y garantizar la presentación de una cantidad óptima de fotones, lo cual hace posible que se estimule una mayor cantidad de CQ u otro fotoiniciador que presente el material. Por lo que debe emplearse el uso de un radiómetro para la medición de la intensidad de luz en parámetros apropiados sobre los 400 mw/cm² como cumplimiento de una serie de parámetros con lo que se puede ejecutar de manera correcta la técnica adhesiva mediante la lámpara de fotocurado(17). Por lo tanto, las unidades de fotopolimerización juegan un papel fundamental en los procesos adhesivos, debido a que son las encargadas de iniciar el proceso de fotoiniciación; teniendo en cuenta lo anteriormente mencionado se decidió realizar un análisis de la calidad de las lámparas de luz LED, en el que se demuestre los elementos que garantizan que funcionen de manera correcta, además ya que se realizan trabajos en tejidos orgánicos es de suma relevancia saber si factores como la temperatura y la radiación sobrepasa o no los niveles estándares ya que podrían causar algún daño irreversible a los tejidos dentales.

4.4.1 Rango de Polimerización

Los estudios de evaluación de parámetros de intensidad requieren la ayuda de un radiómetro para determinar la intensidad de la luz de las unidades de polimerización, así como un termómetro digital para la temperatura, de esta manera se lograría saber si las UP se encuentran en el rango normal. En cuanto a la medición de temperatura, se puede realizar a tres distancias para determinar si la variación de temperatura es modificada por la distancia, mientras que la medición de la radiación nos indicará si es la adecuada para la activación de los fotoiniciadores de los materiales odontológicos fotopolimerizables.

De esta manera, se lograría saber si se están realizando trabajos adecuados en los tratamientos restauradores y ortodónticos, mediante el manejo de los parámetros adecuados de radiación y de temperatura. Para asegurar un buen tratamiento sería conveniente que un profesional de odontología haga acompañamiento a los estudiantes antes de la jornada de trabajo, para asegurarse de medir tanto la intensidad como de temperatura de las unidades de fotopolimerización con instrumentos adecuados dentro de la unidad de atención odontológica, garantizando un tratamiento adecuado y duradero para los pacientes.

En este sentido, se describe que la lámpara de luz halógena y luz LED, poseen características que son de gran utilidad y aplicables a diferentes tratamientos. Sin embargo, a través del tiempo este dispositivo manifiesta algunos defectos que impedirán su correcto funcionamiento como son: la intensidad de luz, el aumento de la temperatura y la integridad del filtro. Si alguno de estos parámetros llegara a fallar esto con lleva a que el dispositivo ya no se lo considere efectivo. (17)

Por lo tanto, la temperatura que emiten las lámparas de luz halógena puede asumir altos rangos la cual puede ocasionar problemas al momento de fotocurar como la necrosis pulpar, fracasos de las restauraciones o descementación de brackets. A lo largo del tiempo, la intensidad de la lámpara de luz halógena decrece puesto que esta sufre un desperfecto del filtro y filamento de foco por lo que, la efectividad del uso de este dispositivo se va perdiendo. Si estas variables poseen un funcionamiento inadecuado, la lámpara de fotocurado no completara la

polimerización y como consecuencia puede ocasionar una falla grave en la polimerización del material. Si alguno de estos parámetros llegara a fallar esto conlleva que el dispositivo ya no se lo considere efectivo.

4.4.2 Rango de aceptabilidad para óptimo uso

Para que la **CQ** se active, la banda de absorción tiene que oscilar entre los 360 y 520, por lo que la intensidad de luz emitida por la lámpara de fotocurado debe ser de (400 a 520 nm), y el tiempo correcto de curado sería variable para lograr una polimerización completa. Si uno de los anteriores factores no cumple con los parámetros correspondientes los materiales quedarán parcialmente polimerizados. Así, las lámparas con una intensidad menor que los parámetros mencionados no van a producir una fotopolimerización adecuada. (17)

De este modo, para una adecuada fotopolimerización, las lámparas de luz LED deben emitir una intensidad de 400mw/ cm² a 600 mw/ cm² con un tiempo determinado de 20 a 40 segundos, por lo que podría considerarse óptima dentro del rango de polimerización aceptable.

Otra consideración de los parámetros, es el haz de luz que generan las lámparas de luz LED, ya que es transmitido por dos filtros:

- Filtro infrarrojo: Es un espectro infrarrojo que reduce el paso de calor a la punta de curado
- Filtro de banda: Espectro de luz azul se disminuye a la longitud de onda azul a una intensidad de 400 a 500mw.(17)

Con respecto a los rangos de irradiación de luz, se detalla en el siguiente cuadro una descripción correspondiente a la valoración de efectividad para la fotopolimerización según la intensidad de mW/cm² que deben irradiar las lámparas de fotocurado en condiciones aceptables:(18)

Tabla 1. Rangos de polimerización aceptables (18)

Rangos de Irradiación de luz de lámparas LED	Consideraciones de aceptabilidad para fotopolimerización
0 – 399 mW/cm ²	No efectivas

400 – 799 mW/cm2	Efectivas con ciertas consideraciones del tiempo de exposición
Mayor a 800 mW/cm2	Efectivas

Fuente: Sierra Vaca (18)

Al respecto de los rangos de polimerización aceptables, se destaca que el grado de conversión identifica a cuánta polimerización (porcentaje de monómeros que se han convertido en polímeros) ocurre en los materiales. Esto permite identificar los factores que influyen en la polimerización como la técnica correcta de exposición a la luz en el tiempo adecuado; la composición del material inorgánico de la resina en mayor carga de relleno; o los colores de la resina (más claros necesitan menos tiempo de polimerización). Mientras que el tercer factor dependiente es la misma lámpara de polimerización utilizada.(19)

4.5 Mantenimiento de las lámparas de fotocurado

Las lámparas de fotopolimerización son de los instrumentos que más se utilizan dentro de la consulta odontológica, son necesarios en prácticamente todos los tratamientos que se realizan a diario. Al igual que cualquier instrumento odontológico, las lámparas de fotocurado necesitan un constante mantenimiento, el uso continuo de la misma, sin un correcto cuidado hace que su funcionamiento se vuelva deficiente. (18)

Sin embargo, no se puede saber si una lámpara de polimerización está en buenas condiciones solo con dar un vistazo al brillo que emite su luz azul, ni mucho menos se puede confiar en que la superficie de la resina se muestra dura, a medida que pasa el tiempo nuestra lámpara envejece produciéndose una disminución en la emisión de luz. Es por esto, que para evitar que la lámpara se degrade debemos tener en cuenta ciertos parámetros, como son:

- Revisar el estado de la batería, si existen variaciones de voltaje pueden ocasionar una disminución de la salida de luz por fallas en la fuente de la misma.
- Recordar que la fibra óptica es frágil y que debe ser manipulada con cuidado para evitar rayaduras y fracturas.

- Realizar una limpieza frecuente de la punta activa con el objetivo de retirar restos de resina que hayan quedado adheridos a esta, ya que obstaculizan la salida de luz.
- Por último, se recomienda al profesional odontólogo el monitoreo periódico de la irradiancia de las lámparas con los radiómetros. Lo anterior permitirá que la lámpara se mantenga en buenas condiciones por el mayor tiempo posible. (18)

Tabla 2. Marcas de Lámparas LED de Fotopolimerización

1	Woodpecker
2	Power LED
3	Dentsply
4	Optilux
5	3M
6	Ultradent
7	Rainbow
8	VIP

4.5.1 Condiciones de integridad para fibra óptica de Lámparas LED

De acuerdo con lo expuesto anteriormente, las lámparas utilizadas en la polimerización de resinas de última generación son las lámparas a base de Luz emitida por diodos (LED), estas se basan en la salida calibrada de luz. Cuando el equipo es nuevo, se considera que se encuentra en óptimas condiciones, pero a medida que es utilizado se presentan factores que pueden reducir la intensidad de la salida de luz; incluidos acumulación de material en la fibra óptica, daño o ruptura de la misma, fallas a nivel de la batería o en el funcionamiento de la máquina. (18)

Las falencias del aparato pueden afectar el rendimiento del mismo en el momento de fotocurado de las resinas compuestas que dependen del proceso de polimerización y por lo tanto de la intensidad de la salida de luz de las unidades, motivos por los que es necesario el control periódico de la salida de luz de las lámparas.(3)

Independientemente de la unidad de fotocurado utilizada, existen dos aspectos de extrema importancia a considerar y son: la longitud de onda que debe estar en un rango de 380nm a 515nm y de 400nm a 515 nm, siendo la cifra de 470nm el pico de absorción del iniciador más común. La intensidad de la luz que debe tener valores por sobre los 400 mW/cm² para poder llevar a cabo un proceso de polimerización. (3)

Del mismo modo, se señala que hay un sin número de factores que pueden reducir la irradiancia obtenida de la luz de las unidades LED, principalmente cualquier tipo de alteración en la fibra óptica, ya sea en su mango o en el extremo activo. Se pueden considerar alteraciones, fracturas, rayaduras o contaminación de la fibra óptica que afecta la homogeneidad de la luz irradiada y por lo tanto la efectividad del fotocurado de la unidad, por lo que prevenir las alteraciones en la integridad de la punta activa y el mango de fibra óptica, conservaría su utilidad.(18)

Tabla 3. Indicadores de alteración a las condiciones de integridad

Indicador	Efecto
Años de uso	Baja eficacia de emisión lumínica
Desgaste de batería	Reducción de tiempos en funcionamiento
Reducción de intensidad de luz	Polimerización no efectiva
Acumulación de Material en Fibra Óptica	Opacidad en la intensidad de luz
Daños o rupturas visibles	Operatividad limitada del equipo
Fracturas	Falta de precisión
Rayaduras	Alteración en la profundidad de polimerización
Contaminación	Riesgo a la salud del residente y el paciente

Fuente: Sierra Vaca (18)

Con base en esta idea, se expone la importancia de conocer la correcta manipulación y mantenimiento de las lámparas de fotopolimerización, ya que durante el proceso de fotopolimerización se debe conservar el mejor estado físico y operativo de las lámparas de fotocurado a disposición de estudiantes universitarios, con la finalidad de perdurar su funcionalidad, conocer lo que es la irradiancia o

intensidad, la longitud de onda, así como la condición de la fibra óptica de la lámpara pues estos son elementos que influirán en la polimerización de los materiales.(18) Adicionalmente, se habla de una técnica adecuada cuando se toman en cuenta los tiempos y la orientación de la fibra óptica, a todo esto, se sumarán detalles de la restauración como son su ubicación, tamaño y profundidad con relación a la fibra óptica de la lámpara. En conjunto cada uno de estos factores debe ser considerado seriamente para mejorar una restauración. Por lo tanto, la calidad de la polimerización obtenida está determinada por la potencia de la radiación, la superficie sobre la que se distribuya la radiación y el tiempo durante el que se haga actuar.(20)

Dicho esto, cabe destacar que los componentes de una lámpara de fotocurado son (21):

- Guía de Luz / Fibra Óptica
- Unidad de Fotocurado
- Botones de: encendido / apagado / tiempo / tipo
- Pantalla reloj
- Cargador

Figura 1. Componentes de una lámpara LED



Guías de luz: Estas fibras o guías de luz pueden sufrir golpes, caídas y fracturas, que a su vez se pueden o no percibir, pueden estar también contaminadas con restos de materiales restauradores que se han adherido a la punta de la fibra al momento de apoyarse sin darse cuenta sobre el material, cabe destacar que la punta siempre deberá estar libre de contaminantes.

Algunas luces pueden, no cubrir toda la restauración y las cajas proximales pueden recibir una cantidad de luz inadecuada, otras poseen una irradiancia que se muestra constante y uniforme sobre todo cuando la punta activa es ancha, por este motivo se debe preservar la estructura de la fibra óptica para así evitar dispersión del haz de luz por causa del mal estado de la guía. (21)

Bombilla: Luz visible de alta intensidad

Protector Ocular: De color anaranjado transparente, que impiden el paso del espectro de luz.

Unidad de Fotocurado: Instrumento de fotopolimerización propiamente dicho.

Filtro óptico: No permite el paso de radiaciones innecesarias o perjudiciales.

Botones:

Encendido/apagado: Permiten encender la unidad de fotopolimerización, por lo general después de activarse por un tiempo determinado el apagado es automático.

Tiempo: Permite programar la lámpara para que se encienda por períodos de tiempo establecidos de 10 segundos, 20 segundos, 30 segundos y 40 segundos según se necesite.

Modo o tipo: Este botón permite programar si la emisión de luz será continua en pasos según requiera el usuario.

Pantalla reloj: Permite que el usuario sepa que tiempo fue programado y muestra una cuenta regresiva del mismo para saber el segundo en el que se encuentra al momento de la fotopolimerización.

Cargador: Las unidades son inalámbricas el cargador permite cargar la batería cuando esta lo requiera.

Ventilador: Es necesario debido al calor generado en el equipo por la fuente de luz.(21)

La manipulación de las lámparas halógenas y LED para fotocurado debe ser de extremo cuidado, ya que los componentes de fibra óptica de dichos equipos han demostrado ser muy delicados o frágiles, vulnerables a fracturas o daños irreparables en el mango de fibra óptica en caso de caídas, ya que su integridad puede influir en los rangos de irradiancia (18). Se conoce que la mayoría de las lámparas dentales no se mantienen adecuadamente como lo indica el fabricante. Se recomienda una revisión periódica y detallada del estado funcional y estético de los dispositivos que están siendo utilizados. Strassler H y Price R, describen la importancia de mantener una condición óptima de la misma, utilice el dispositivo solamente si la salida de luz está completamente limpia y no hay daños, fracturas o algo que impide el correcto desempeño del mismo, estos daños disminuyen tanto la intensidad lumínica como también la homogeneidad de la luz irradiada, efecto indeseado durante la fotopolimerización (3). Adicionalmente también puede afectarse la intensidad lumínica de las lámparas debido a la presencia de residuos o fragmentos de biomateriales dentales que tienden a adherirse al extremo distal de la fibra óptica, impidiendo el correcto suministro de luz y afectando a las características de los materiales empleados en la práctica clínica.(22)

Además, se puede generar una reducción de la duración de batería cargada del equipo cuando éste es empleado continuamente durante el día por otras personas, por lo que el desgaste de sus funciones dependerá del cuidado que el residente le otorgue directamente al equipo, lo que se verá reflejado en la efectividad de la polimerización de los materiales.

Adicionalmente dentro de las precauciones que debe tener el residente para el cuidado de su lámpara son las siguientes: No sumergir los componentes del dispositivo en agua o soluciones desinfectantes, no rociar desinfectantes líquidos directamente sobre el dispositivo, si se retira la guía de luz emisora para la autoclave debe colocar un tapón que cubra el orificio de salida del dispositivo, se debe seguir

el protocolo del fabricante y las normas locales para los regímenes de desinfección apropiados para las unidades de base del cargador de la batería.(3)

Así, se comprende que las condiciones de las lámparas de fotocurado se delimitan a la detección de rayaduras, fracturas, material acumulado, contaminación, desgaste de batería, y la operatividad funcional de botones para calibrar las lámparas; que comprometen sus funciones fotopolimerizadoras, ya que cualquier alteración o degradación de la fibra óptica puede producir falta de homogeneidad de la luz irradiada.(19)

5. OBJETIVOS

5.1 OBJETIVO GENERAL

Describir las características actuales de lámparas de fotocurado utilizadas por los estudiantes de posgrado de Ortodoncia y Rehabilitación Oral UNICOC sede Cali.

5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Identificar las diferentes marcas y modelos de las lámparas de fotopolimerización utilizadas por los residentes

Identificar la intensidad de fotopolimerización de las lámparas utilizadas por los estudiantes de posgrado de ortodoncia y rehabilitación oral de UNICOC Cali

Evaluar el estado funcional de las lámparas de fotocurado según las condiciones presentes en estos equipos utilizados por los estudiantes de posgrado de ortodoncia y rehabilitación oral, UNICOC sede Cali, en su actividad clínica.

Identificar el cumplimiento de calibración periódica de las lámparas utilizadas por los estudiantes en su práctica clínica.

6. METODOLOGÍA

6.1 DISEÑO DEL ESTUDIO

El presente estudio se enmarcó dentro del paradigma cuantitativo, siendo cuantitativo debido a que la observación permitió obtener datos de manera científica, que fueron analizados estadísticamente para obtener conclusiones como punto de partida para brindar recomendaciones. Por lo tanto, esta investigación es de tipo transversal, descriptiva.

6.2 POBLACIÓN OBJETIVO

Lámparas de fotocurado usadas por los estudiantes de postgrado de Ortodoncia y Rehabilitación oral de UNICOC Cali.

6.2.1 Criterios de selección

6.2.1.1 Criterios de inclusión.

Lámparas de fotocurado utilizadas por los estudiantes de los posgrados de Rehabilitación Oral y Ortodoncia de UNICOC sede Cali, cursantes de cualquier semestre.

6.2.1.2 Criterios de exclusión.

Lámparas de fotocurado que no estén disponibles para revisión cuando se realice el trabajo de campo.

6.3 TAMAÑO DE MUESTRA Y DISEÑO DE MUESTREO

6.3.1 Cálculo del tamaño de muestra.

Ya que las lámparas de fotocurado utilizadas por los estudiantes de los posgrados de rehabilitación oral y ortodoncia son participantes en la investigación son un número finito y limitado, no se aplicará un muestreo estadístico, en cambio, se emplea un censo poblacional con un total de 89 estudiantes de posgrado, pertenecientes a las especialidades de Ortodoncia, y de Rehabilitación Oral, en la Clínica Odontológica de la UNICOC.

6.4 DEFINICIÓN DE VARIABLES

6.4.1 Variables.

En el siguiente cuadro se describen las variables analizadas

6.4.2 Cuadro operacional de las variables

Tabla 4. Definición operacional de las variables

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS				
Nombre	Definición	Tipo de variable / escala de medición	Valores posibles	Fuente
Tipo de luz	Establece la diferencia e identifica el origen del tipo de luz de la lámpara.	Cualitativa / nominal	LED Halógena	Instrumento de recolección de datos.
Intensidad de la luz en mW/cm ²	Identificar la magnitud de energía que recibirá la restauración en expresión radiométrica	Cuantitativa	Intensidad de luz al momento del diagnostico	Instrumento de recolección de datos.
Punta Activa (Fibra óptica)	Es el extremo de la fibra óptica por el que sale el impulso luminoso luego de ser transmitido por el filamento	Cualitativa / Nominal	Buen estado Contaminada y Rayada Fracturada Rayada	Instrumento de recolección de datos.
Mango (Fibra Óptica)	Filamento de material dieléctrico, capaz de	Cualitativa / Nominal	Hay Integridad No hay Integridad	Instrumento de recolección de datos.

	conducir y transmitir impulsos luminosos de uno a otro de sus extremos			
Botones	Pieza pequeña circular que forma parte de una elemento electrónico que al presionarla activa su función, por tal motivo, si al presionar no cumple su función, se considera su funcionamiento incorrecto.	Cualitativa / Nominal	Correcto funcionamiento Fuancionamiento incorrecto	Instrumento de recolección de datos
Mango	Parte de lámpara que permite una adecuada manipulación por parte del clínico, al estar incompleto o fracturado se considera	Cualitativa / Nominal	Hay Integridad No hay Integridad	Instrumento de recolección de datos

	ausencia de integridad.			
CARACTERÍSTICAS TECNICAS				
Fecha de calibración	Establece si cumple o no cumple con un mantenimiento periódico y si lo ejecuta o no.	Cuantitativa	Nueva Menor a 6 meses Mayor a 6 meses No ha realizado	Instrumento de recolección de datos.
Marca de la lámpara	Establece el fabricante de la lámpara.	Cualitativa / nominal	Ultradent Ivoclar 3M ESPE Woodpecker Gnatus Kodon Milenium saab	Instrumento de recolección de datos.
Modelo de las lámparas	Establece el fabricante de la lámpara.	Cualitativa / nominal	Valo cordless one- second cure light B-cure Deep cure- L Opti- Light Color O- light Led- H I- Led Sab-L 003A	Instrumento de recolección de datos.
INFORMACION DEL RESIDENTE				
Especialidad	Establece el posgrado que el residente se encuentra	Cualitativa / nominal	Ortodoncia Rehabilitación oral	Instrumento de recolección de datos.

	cursando al momento de contestar.			
Semestre cursado actualmente	Establece el semestre que cursa el residente al momento de contestar	Cualitativa /ordinal	Primero Segundo Tercero Cuarto Quinto	Instrumento de recolección de datos.

6.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para el análisis de variables se aplicó la estadística descriptiva a un instrumento de recolección de información, se manejó un análisis estadísticos univariado, donde se analizó cada una de las variables de forma independiente, con la finalidad de conocer las características físicas y técnicas de las lámparas usadas por los estudiantes de ortodoncia y rehabilitación oral de UNICOC Cali, para la presentación de los resultados obtenidos se emplearon gráficos estadísticos que describen el comportamiento de cada una de las variables que formaron parte de este estudio.

6.6 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Se utilizó el empleo de un radiómetro y un termómetro digital manipulados por un ingeniero biomédico para saber la efectividad de la intensidad y temperatura de la lámpara de luz LED en la Clínica Odontológica donde practican los estudiantes de posgrado de Ortodoncia y Rehabilitación de la UNICOC Cali; describiendo variables y analizando el tratamiento más eficaz para realizarlo.

La recolección de estos datos se realizó en una etapa, disponiendo de un espacio donde los estudiantes de rehabilitación oral y ortodoncia permitieron el acceso a sus lámparas de fotocurado para que el ingeniero biomédico realice la respectiva

evaluación y análisis de las mismas, en este espacio se contó con la presencia de los investigadores realizando labores de logística.

6.7 CONSIDERACIONES ÉTICAS

Las consideraciones éticas del presente estudio se basaron en las disposiciones éticas conforme a la resolución 8430 de 1993 expedida por el Ministerio de Salud de Colombia y por la declaración de Helsinki; en los cuales se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud.

De acuerdo con la Resolución 8430 de 1993, se pudo establecer que la presente investigación, según artículo 11, se encontraba clasificada dentro de investigación sin riesgo, ya que en esta se emplearon técnicas y métodos de investigación documental retrospectivos y aquellos en los que no se realizó ninguna intervención o modificación intencionada de las variables biológicas, fisiológicas, psicológicas o sociales de los individuos que participaron en el estudio, se presentó un registro de datos a través de procedimientos comunes consistentes en: el diligenciamiento de instrumento de recolección de información que no presentaron alteración mayor en el participante.

A su vez, se señaló que este estudio no implicaba riesgos inmediatos ni tardíos para ningún sujeto de investigación, ya que en este contexto, los sujetos de investigación fueron las unidades o lámparas de fotopolimerización que son empleadas por estudiantes de posgrado de Ortodoncia y Rehabilitación de la UNICOC Cali, con quienes no se realizó ninguna intervención o modificación intencionada de las variables biológicas, fisiológicas, psicológicas o sociales de individuos, ya que sólo se buscaba detectar el estado funcional de las características de las lámparas empleadas en procesos de fotocurado para restauraciones con resinas y los registros que éstas reportaban de la irradiancia durante el tiempo de exposición a la resina.

Este estudio, fue realizado directamente por un técnico apto en sus capacidades físicas, psicológicas, académicas y certificado ante la norma vigente, quien fue

contactado por sus investigadores, al contar con conocimiento y experiencia para mantener la integridad del equipo biomédico, con la asesoría de profesionales con alto conocimiento del tema y de igual forma se contó con la responsabilidad de las instituciones de salud nombradas anteriormente, que cuentan con la disposición y recursos necesarios para la evaluación de equipos biomédicos utilizados en la institución.

También, se usó el método de selección definido (muestreo tipo Censo), para obtener un acercamiento significativo de la operatividad de los equipos, acogiendo, además, la norma técnica determinada para este tipo de investigación, por lo que se tomaron las medidas pertinentes, tales como: evitar el contacto de alto impacto de la lámpara de fotocurado, clasificar con nombre del dueño (a) de la lámpara para evitar una confusión, utilizar contenedores que aseguren la integridad física de la lámpara durante el traslado, procedimiento y devolución, utilizar protectores plásticos para las piezas delicadas o de vidrio y evitar su fractura. Y así mismo cualquier riesgo o daño a los equipos utilizados para la investigación. Las acciones para la recolección de datos se ejecutaron con la ayuda de un ingeniero biomédico y los investigadores, para esto se envió una solicitud a los coordinadores de posgrados UNICOC sede Cali, en donde se informó las características y objetivos del estudio, con el fin de obtener su permiso.

El uso de la información recolectada fue utilizado con fines científicos, y recogida a través de un instrumento de recolección de información diseñado por los investigadores de este estudio; ya que en el proceso de la recolección, análisis y presentación de la información de las características de las lámparas de fotocurado, se tuvo en cuenta la confidencialidad y la veracidad durante la publicación de los resultados reales, y una vez presentados a UNICOC, se dieron a conocer a los estudiantes de postgrados de ortodoncia y rehabilitación oral que colocaron a disposición, el equipo biomédico para su evaluación, asegurando así, el cumplimiento eficaz de un correcto control, mantenimiento y función del equipo biomédico utilizado por los estudiantes de ortodoncia y rehabilitación oral de UNICOC sede Cali.

7. RESULTADOS

Se incluyeron un total de 25 lámparas de fotopolimerización evaluadas, de estas 12 pertenecen a estudiantes de la especialidad de rehabilitación oral, (48%) y 13 a la especialidad de ortodoncia siendo un 52%, la mayor cantidad de estudiantes (56%) pertenecían a cuarto semestre, 20% a tercero y 24% a segundo semestre.

En la evaluación de las características físicas de la lámpara se halló que todos los estudiantes utilizaban la lámpara de fotocurado LED (100%), en cuanto al estado de la punta activa el 80% (20/25), presentaron una punta activa adecuada, mientras que el 20% estaba inadecuada, en el estado de la fibra óptica, el 80% (20/25) se encontraban en buen estado, el 12 % contaminadas y rayadas, el mismo valor en porcentaje para rayada (4%) y fracturada (4%), a la integridad del mango de la fibra óptica, 24 lámparas que corresponden al 96% presentaron integridad, en el estado del mango de la lámpara se halló que 23 lámparas que corresponde al 92% (23/25) presentaban integridad, por otra parte al evaluar el estado de los botones en el 100% de las lámparas se encontraban en buen estado.

En el momento de cuestionar a las estudiantes sobre la fecha de la última calibración de sus lámparas la mayoría afirmó que nunca ha realizado mantenimiento de su equipo siendo un 64% (16/25), 28% (7/25) eran nuevas, y el 4% ha realizado el mantenimiento.

Respecto a las marcas y modelos de lámparas de fotocurado utilizada por los estudiantes se reportó que la más usada es Woodpecker en su modelo O- light con un total de 10 lámparas.

En 17 lámparas (68%) de los estudiantes tanto de ortodoncia como de rehabilitación oral se encontró una intensidad de 2.800 mw/cm², 3 lámparas (12%) presentaron una intensidad de 2.200 mw/cm² siendo estos dos valores los más representativos, por otra parte se encontró 1 lámpara (4%) para cada una de estas intensidades 1.100, 1.700, 2.450, 2.700 mw/cm².

Tabla 7. Marca, modelo, cantidad, intensidad de las lámparas de fotocurado evaluadas en UNICOC Cali.

MARCA	MODELO	CANTIDAD	INTENSIDAD
Ultradent	Valo- cordless	2	2.800
Ivoclar	BluePhase	1	2.800
3M ESPE	Elipar Deep cure- L	1	2.800
Woodpecker	B- Cure	1	1.700
	O- light plus	2	2.200
		7	2.800
		1	1.850
	Led . H	3	2.800
		1	2.450
	ILed Max	1	2.800
		1	2.700
		1	2.200
MILENIUM SAAB	Saab-L 003A	1	1.100
KODEN	One second	1	2.800
GNATUS	<u>Optilight Color</u>	1	2.800

8. DISCUSIÓN

Este estudio tuvo como fortaleza ser una propuesta de importancia, toda vez que actualmente los procesos y materiales adhesivos en donde la luz como fuente

activadora de la fotopolimerización juega un papel vital en el éxito de los distintos tratamientos que se realizan.

Se tuvieron algunas limitantes para la ejecución del estudio, como la falta de dotación de las lámparas de fotocurado por parte de algunos estudiantes de Rehabilitación Oral y Ortodoncia, adicionalmente tampoco se pudieron realizar mediciones cíclicas de la intensidad para detectar posibles picos o variaciones en una misma lámpara, e inclusive realizar mediciones con dos dispositivos de medición de intensidad de luz de diferentes marcas, con el objetivo de comparar los datos.

Sánchez Et al. Establecen que la fotopolimerización debe abordarse de manera rigurosa si se pretende ejecutar tratamientos restauradores duraderos y eficaces, en este sentido, una de las preocupaciones para la duración de las restauraciones o resistencia adhesiva de Brackets, entre otros, es por medio de la fotopolimerización activar mediante luz las canforoquinonas y así, obtener la polimerización adecuada.(17)

Se ha demostrado que las variables más importantes en la polimerización por luz es la intensidad de luz y tiempo de exposición emitida por la lámpara de fotocurado, en este sentido la mayoría de los materiales requieren de una banda de absorción de luz entre los 360 y 620mw, de esta manera una unidad de fotocurado que sea superior a los 800 mw/cm² con intensidad promedio entre 20 y 40 segundos podría garantizar una polimerización optima de dichos materiales. (1)(5)(17)(18)

Shortall Et al. Evidenciaron que en general no se realizan mantenimientos adecuados a las lámparas de fotocurado. En consonancia con lo afirmado, los resultados del presente estudio también demostraron con más del 69% que los estudiantes de posgrados no realizan mantenimientos periódicos ni calibración de sus equipos de fotocurado. Dentro de la principales recomendaciones se ha consensuado que es importante verificar periódicamente la intensidad de luz emitida

en radiómetro para así ajustar también los tiempos de exposición de luz, por otra parte se recomienda mantener limpia y sin residuos de material la punta de la fibra y desinfectada, de ser posible buscar lámparas que tengan fibras que soporten esterilización con calor húmedo. (20)

Assaf C, Fahd J-C, Sabbagh J, Demuestran la importancia de la integridad y el estado óptimo o aceptable de los componentes que contienen los equipos biomédicos, en este caso, hablando específicamente de las lámparas de fotocurado; en donde nos advierten que el cuidado de estos componentes nos permiten ejecutar procedimientos con mayor seguridad y de manera eficaz, sin ninguna limitación durante el protocolo o alguna interrupción debido a la falta de atención mecánica o física de equipo biomédico, a su vez, entonces podemos afirmar que en el presente estudio se encontró un porcentaje del 93% se encontraba con una integridad óptima del mango de la lámpara de fotocurado, y así mismo, se evidenció que por encima del 92,3% de los estudiantes de posgrado de rehabilitación oral y ortodoncia, manejaban un buen estado del mango de la lámpara de fotocurado.(23)

Por otra parte, Assaf C, Fahd J-C, Sabbagh J recalcan en el estudio, que así como la integridad de sus componentes marca la diferencia en la ejecución de los procedimientos clínicos, es importante mantener y controlar la limpieza de la punta activa de las lámparas de fotocurado, ya sea de una fibra óptica o un lente de salida de emisión de la luz, puesto que el trayecto y recorrido que ocupa, prevé una distancia que a pesar de ser corta representa un papel importante en la proyección de la luz emisora, ahora bien, la calidad de la misma se puede ver afectada si la integridad de la punta activa, su limpieza y desinfección no se realizan correctamente, dentro de los parámetros de cada casa comercial y fabricante podemos encontrar las especificaciones para realizar dichos procedimientos sin dañar el equipo biomédico. En el presente estudio, se encontró que el estado de la punta activa permanecía de manera adecuada y sin contaminantes por encima del 83,30% de los estudiantes de rehabilitación oral y ortodoncia, y que el 91,70% de

las lámparas de fotocurado evaluadas se encontraban fuera de rayones, fracturas, contaminadas o con algún agente que evite su completa proyección. (23)

Por otra parte, Sierra Vaca, en la tabla número 1, menciona los rangos óptimos de intensidad de luz necesarios para una polimerización confiable y efectiva, así como la importancia que esta tiene en el momento de ejecutar los procedimientos clínicos involucrados con el equipo biomédico. La polimerización parcial podría ser uno de los tantos fallos que se presentan cuando no se tiene una intensidad de luz adecuada. En el momento de evaluar los resultados obtenidos por parte de los equipos biomédicos de los estudiantes de postgrado de Rehabilitación oral y Ortodoncia, se pudo establecer que todos se encontraban dentro del rango óptimo necesario para ejecutar procedimientos con la lámpara de fotocurado, tal y como lo establece el autor.(18)

Alena Knezevic afirma que el fotocurado de los biomateriales dentales es un paso esencial en la práctica clínica, es por eso que la luz suministrada desde la lámpara debe ser uniforme y proporcionar una reacción de polimerización óptima. Si una exposición radiante inadecuada (irradiancia $\times$ tiempo de exposición) se administra a la restauración, las propiedades físicas, mecánicas de la restauración, su longevidad clínica, su estética pueden verse comprometidas, adicionalmente causar defectos marginales, decoloración, caries secundaria o fractura (13), teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente y asociándolo con los resultados obtenidos en este estudio, se puede afirmar que las lámparas de fotocurado utilizadas por los estudiantes de UNICOC Cali se encuentran en condiciones óptimas de intensidad para ofrecer tratamientos restauradores y ortodónticos con un alto porcentaje de éxito.

Finalmente y si bien es cierto, no hay una marca específica de unidades de fotocurado que sea cien por ciento confiable, se recomienda utilizar equipos que estén avalados o con registro de entidades autorizadas, cuyo manual de uso contenga información precisa de las características del equipo e instrucciones acerca de su funcionamiento y cuidado; se debe recordar que se trata con la

condición clínica de pacientes vivos, pues si estos equipos no cumplen con los requisitos mínimamente solicitados se estarían realizando pruebas in vivo sin el consentimiento de los pacientes.(6)(4)(20)

9. RECOMENDACIONES

- Se recomienda a los estudiantes de posgrados de Rehabilitación Oral y Ortodoncia, realizar calibración y mantenimiento continuó y permanente a sus unidades de fotocurado.
- Se sugiere a Unicoc sede Cali, prestar mayor atención y vigilancia a un aspecto tan relevante en la obtención de resultados predecibles y favorables en los tratamientos odontológicos que involucran unidades de fotocurado.
- Se debería realizar un estudio de análisis de las unidades de fotocurado de pregrado de Odontología para efectos de verificar las variables consideradas en este estudio.
- Se recomienda a Unicoc sede Cali, tener radiómetros que permitan verificar la intensidad de lámparas de fotocurado, con el fin de motivar al estudiante a realizar mantenimientos periódicos que permitan tener una intensidad de luz óptima.

10. CONCLUSIONES

- Los estudiantes de los posgrados de rehabilitación oral y ortodoncia en Unicoc sede Cali, actualmente utilizan lámparas de fotocurado con intensidades óptimas para una adecuada polimerización.
- Las unidades o lámparas de fotocurado son equipos que requieren calibración periódica, este aspecto debe ser mejorado por los profesionales y futuros especialistas en rehabilitación oral y ortodoncia de Unicoc sede Cali.
- Los estudiantes de los posgrados en rehabilitación oral y ortodoncia de Unicoc sede Cali. están utilizando lámparas con características físicas y

técnicas adecuadas para la realización de procedimientos restauradores y ortodónticos.

11. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Johana Matallana Jerez J, Helena Ortiz Caballero Á, Fernanda Rincón Capacho M, Carolina Sánchez Carvajal A, Cristina Aránzazu Moya G, Constanza Concha Sánchez S. Intensidad de la luz emitida por lámparas de fotocurado en los consultorios odontológicos de bucaramanga y su área metropolitana. [Internet]. 2010 [cited 2022 Oct 3]. Available from: http://revistas.ustabuca.edu.co/index.php/USTASALUD_ODONTOLOGIA/article/view/1166
2. Estrada M, López Á, González E, Oviedo T. Dinámica de polimerización enfocada a reducir o prevenir el estrés de contracción de las resinas compuestas actuales. Revisión bibliográfica Dynamics of polymerization focused on reducing or preventing the stress of contraction of the current composite resins. Bibliographic review. 2017.
3. Shortall AC, Price RB, Mackenzie L, Burke FJT. Guidelines for the selection, use, and maintenance of LED light-curing units - Part II. Br Dent J [Internet]. 2016 Nov 4 [cited 2022 Oct 2];221(9):551–4. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27811902/>
4. Melara Munguía AJ, Guinot Jimeno F, Arregui Gambús M. Actualización de los diferentes tipos de lámparas de fotopolimerización. Revisión de la literatura. Odontología pediátrica, ISSN 1133-5181, Vol 16, N° 3, 2008, págs 140-152 [Internet]. 2008 [cited 2022 Oct 3];16(3):140–52. Available from: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3535040>
5. Price RBT. Light Curing in Dentistry. Dent Clin North Am. 2017 Oct;61(4):751–78.
6. Ivoclar Vivadent. Foto-polimerización Es bueno conocer los hechos. 2013.
7. Carlos Alberto Kenji Shimokawa RBPJSMG. IAAD Working Instructions - Light Curing. J Adhes Dent. 2021 Apr 5;77–8.
8. Barrancos P. Barrancos Mooney: Operatoria dental: avances clínicos, restauraciones y estética. Operatoria dental [Internet]. 2015 [cited 2022 Oct 3];750. Available from: <https://edimeinter.com/catalogo/odontologia-y->

ortodoncia/barrancos-mooney-operatoria-dental-avances-clinicos-
restauraciones-y-estetica/

9. Pizano RMN, Jaramillo JFL, Vivas-Idarraga J, Ruiz-Ceballos D, Ortiz-Pérez P. Diferencia en la dureza de resinas utilizadas convencionalmente al polimerizarse con diferentes tipos de luz. CES Odontol [Internet]. 2017 Oct 10 [cited 2022 Oct 3];30(1):3–16. Available from: <https://revistas.ces.edu.co/index.php/odontologia/article/view/4390>
10. Nocchi Conceição Ewerton, Venturella Leite Carlos. Odontología restauradora [Internet]. Medica Panamericana. 2012 [cited 2022 Oct 3]. Available from: <https://docplayer.es/10853375-Odontologia-restauradora-ewerton-nocchi-conceicao-carlos-venturella-leite.html>
11. Price RB, Ferracane JL, Shortall AC. Light-Curing Units: A Review of What We Need to Know. J Dent Res [Internet]. 2015 Sep 24 [cited 2022 Oct 3];94(9):1179–86. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26156516/>
12. John O Burgess, Richard S Walker, Corey J Porche, Allan J Rappold. Light curing--an update - PubMed [Internet]. 2002 [cited 2022 Oct 3]. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12434615/>
13. Knezevic A, Ilie N, Eng D, Alsamman R, Phark JH, Dent M, et al. Fotopolimerización: antecedentes científicos y protocolo clínico para restauraciones indirectas unidas por fotocurado. Los Angeles; 2020.
14. el PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA. DECRETO NÚMERO 4725 DE 2005. 2005.
15. Ultradent. Grand Valo Lámpara de fotocurado, Manual de instrucciones. In 2017. p. 1–18.
16. Woodpecker Guilin. Woodpecker lámparas de fotocurado, Manual de instrucciones LED. In 2018. p. 1–8. Available from: www.glwoodpecker.com
17. Sánchez Sánchez EA. Valoración de la intensidad de luz y de temperatura de las unidades de fotopolimerización utilizadas por los estudiantes de 7 mo a 10 mo semestre de la unidad de atención odontológica Uniandes. 2018 [cited 2022 Oct 3]; Available from: <https://dspace.uniandes.edu.ec/handle/123456789/9309>

18. Vaca S, Gabriela K. Efectividad de las lámparas de fotocurado usadas por los estudiantes de odontología, de acuerdo a la irradiancia obtenida y a la integridad de la fibra óptica. 2019 [cited 2022 Oct 3]; Available from: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/18385>
19. D'demadyz Umanzor Christos Aristóteles. Evaluación de la intensidad de luz de las lámparas de fotocurado en las clínicas privadas de Managua [Internet]. 2005 [cited 2022 Oct 3]. Available from: <https://1library.co/document/zxvw6rwy-evaluacion-intensidad-luz-lamparas-fotocurado-clinicas-privadas-managua.html>
20. Hartman H. Penetration capability of three different light curing units to composite-resin as measured by radiometer. Padjadjaran Journal of Dentistry [Internet]. 2018 Jul 31 [cited 2022 Oct 3];30(2):130. Available from: https://www.researchgate.net/publication/327534339_Penetration_capability_of_three_different_light_curing_units_to_composite-resin_as_measured_by_radiometer
21. Guañuna S, Pilar K. Efectividad de la polimerización de lámpara led vs lámpara halógena en un cemento resinoso a través de discos de cerámica. Estudio in vitro. 2018 [cited 2022 Oct 3]; Available from: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/14295>
22. Baca Quispe B, Aylin M, Lazo BO, Tatiana K. Evaluación de la intensidad de luz emitida por unidades de fotopolimerización utilizadas por estudiantes de una Universidad Privada De Huancayo - Perú, 2019. Universidad Privada de Huancayo Franklin Roosevelt [Internet]. 2020 Jul 2 [cited 2022 Oct 3]; Available from: <http://repositorio.uroosevelt.edu.pe/handle/20.500.14140/206>
23. Cendrella Assaf, Jean-Claude Fahd, Joseph Sabbagh. Assessing Dental Light-curing Units' Output Using Radiometers: A Narrative Review. J Int Soc Prev Community Dent [Internet]. 2022 Oct 1 [cited 2022 Oct 2];10:8. Available from: https://www.jispcd.org/temp/JIntSocPreventCommunitDent1011-6743272_015223.pdf