



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS  
CARRERA DE ODONTOLOGÍA**

**TEMA:**

**Eficiencia en la práctica de fotopolimerización de resinas  
compuestas directas en los servicios odontológicos privados;  
Urdesa, Kennedy y Alborada. Guayaquil. 2014**

**AUTORA:**

**Romero Ulloa Mayra Alejandra**

**Trabajo de Graduación previo a la Obtención del Título de:  
ODONTÓLOGA**

**TUTORA:**

**Peña Arosemena Leticia María del Carmen**

**Guayaquil, Ecuador  
2014**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS  
CARRERA DE ODONTOLOGÍA**

## **CERTIFICACIÓN**

Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por **Mayra Alejandra Romero Ulloa**, como requerimiento parcial para la obtención del Título de **Odontóloga**.

### **TUTORA**

\_\_\_\_\_  
**Dra. Leticia María del Carmen Peña Arosemena**

### **REVISOR(ES)**

\_\_\_\_\_  
**Dr.**

\_\_\_\_\_  
**Dr.**

\_\_\_\_\_  
**Dr.**

### **DIRECTOR DE LA CARRERA**

\_\_\_\_\_  
**Dr. Juan Carlos Gallardo Bastidas**

**Guayaquil, a los 3 días del mes de octubre del año 2014**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS  
CARRERA DE ODONTOLOGÍA**

## **DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

Yo, **Mayra Alejandra Romero Ulloa**

### **DECLARO QUE:**

El Trabajo de Titulación “**Eficiencia en la fotopolimerización de las resinas compuestas directas en servicios odontológicos privados, Guayaquil. 2014**” previa a la obtención del Título de **Odontóloga** ha sido desarrollado en base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del Trabajo de Titulación referido.

**Guayaquil, a los 3 días del mes de octubre del año 2014**

**LA AUTORA**

---

**Mayra Alejandra Romero Ulloa**



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS  
CARRERA DE ODONTOLOGÍA

## AUTORIZACIÓN

Yo, **Mayra Alejandra Romero Ulloa**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la **publicación** en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación: **“Eficiencia en la fotopolimerización de las resinas compuestas directas en servicios odontológicos privados, Guayaquil. 2014”**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

**Guayaquil, a los 3 días del mes de octubre del año 2014**

**LA AUTORA:**

---

**Mayra Alejandra**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por iluminarme, bendecirme y permitir que se cumpla una más de mis metas.

A toda mi familia, por el incentivo al escuchar sus aspiraciones sobre mí, por el apoyo incondicional, cariño y valores que me han enseñado durante la vida y poder ser reflejo de ellos. A mi tío Carlos por resaltar en cada momento mis virtudes y con cariño brindarme seguridad en esta etapa de mi vida.

A mis profesores, que con paciencia dieron sus enseñanzas para que seamos los mejores. A mi querida tutora Dra. Leticia Peña de Donoso por ser una gran persona, por sus consejos de amiga y brindarme todo el respaldo que necesité durante el proceso de titulación.

A la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil por ser uno de los lugares donde aprendí a crecer como ser humano y profesional.

A mis amigas Maritza Mendoza, Cristina Romero, Cristina Parra y Gladis Peralta, por ser las personas que alegraron mis días en momentos difíciles a lo largo de la carrera. A mi enamorado, Luis Córdova, por todo el amor, motivación y apoyo en los momentos que decaía.

Y de manera muy especial agradezco a mi ángel llamado papá, que desde el cielo me ha cuidado en cada instante, que me enseñó el valor de la sencillez y recordarlo ha sido una gran motivación para que el día de hoy se cumpla esta gran meta.

**Mayra Romero**

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo de titulación es dedicado para la persona más especial en mi vida, mi mamá, Yamina Ulloa Balcázar, por ser el pilar fundamental para todos mis logros a lo largo de mi vida.

Por ser mi soporte en todo momento, brindarme su confianza siempre, por asumir la misión admirable de ser papá y mamá a la vez y sobre todo por el amor incondicional del día a día, con mucho cariño te dedico este trabajo, mami.

**Mayra Romero**

**TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**  
**(Se colocan los espacios necesarios)**

---

Dra. Leticia María del Carmen Peña Arosemena  
PROFESOR GUÍA Ó TUTOR

---

PROFESOR DELEGADO



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS  
CARRERA DE ODONTOLOGÍA**

**CALIFICACIÓN**

---

**Dra. Leticia María del Carmen Peña Arosemena  
PROFESOR GUÍA Ó TUTOR**

## ÍNDICE GENERAL

CERTIFICACIÓN	ii
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD	iii
AUTORIZACIÓN	iv
AGRADECIMIENTO	v
DEDICATORIA	vi
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN	vii
CALIFICACIÓN	viii
ÍNDICE GENERAL	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	xiv
ÍNDICE DE TABLAS	xv
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xvi
ÍNDICE DE ANEXOS	xvii
RESUMEN	xviii
ABSTRACT	xix

1. INTRODUCCIÓN	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
1.1 Justificación	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
1.2 Objetivos	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
1.2.1 Objetivo General	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
1.2.2 Objetivos Específicos	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
1.3 Hipótesis	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
1.4 Variables	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>

1.4.1	Variable dependiente	¡Error! Marcador no definido.
1.4.2	Variable independiente	¡Error! Marcador no definido.
1.4.3	Variable interviniente	¡Error! Marcador no definido.
2.	MARCO TEÓRICO	¡Error! Marcador no definido.
2.1	Resinas compuestas directas de fotocurado	¡Error! Marcador no definido.
2.1.1.	Composición de las resinas compuestas.	¡Error! Marcador no definido.
2.1.1	Matriz orgánica	¡Error! Marcador no definido.
2.1.1.1	Parte Inorgánica	¡Error! Marcador no definido.
2.1.1.2	Agente de Enlace	¡Error! Marcador no definido.
2.1.1.3	Inhibidores	¡Error! Marcador no definido.
2.1.1.4	Iniciadores	¡Error! Marcador no definido.
2.1.2	Factores para el éxito de restauraciones de RDRC	¡Error! Marcador no definido.
2.2	Proceso de fotopolimerización o polimerización física	¡Error! Marcador no definido.
2.2.1	Técnicas de fotopolimerización	¡Error! Marcador no definido.
2.2.2	Fotoiniciadores	¡Error! Marcador no definido.
2.2.3	Intensidad de luz	¡Error! Marcador no definido.
2.2.4	Longitud de onda	¡Error! Marcador no definido.
2.2.5	Tiempo de exposición del material	¡Error! Marcador no definido.
2.3	Energía ideal para una fotopolimerización adecuada	¡Error! Marcador no definido.
2.4	Tipos de lámparas de fotocurado	¡Error! Marcador no definido.
2.4.1	Lámparas halógenas / Cuarzo tungsteno	¡Error! Marcador no definido.
2.4.2	Lámparas Led- Diodos Emisores de Luz	¡Error! Marcador no definido.
2.5	Importancia de la Fotopolimerización	¡Error! Marcador no definido.

2.6	Consecuencias de una fotopolimerización incorrecta	¡Error! Marcador no definido.
2.7	Factores claves a tomar en cuenta para una fotopolimerización	¡Error! Marcador no definido.
2.7.1	Características de la lámpara de fotopolimerización	¡Error! Marcador no definido.
2.7.1.1	Fuente de luz halógena o led.	¡Error! Marcador no definido.
2.7.1.2	Distribución de la salida de luz	¡Error! Marcador no definido.
2.7.1.3	Diámetro de la punta de la fibra	¡Error! Marcador no definido.
2.7.2	Técnica del operador reduciendo la variabilidad de Luz	¡Error! Marcador no definido.
2.7.2.1	Orientación de la fibra y efecto en la distancia	¡Error! Marcador no definido.
2.7.2.2	Protección visual	¡Error! Marcador no definido.
2.7.2.3	Limpieza de las puntas y barreras de protección	¡Error! Marcador no definido.
2.7.3	Características de la Restauración	¡Error! Marcador no definido.
2.7.4	Energía requerida de las RDRC para una adecuada fotopolimerización	¡Error! Marcador no definido.
2.8	Otros factores	¡Error! Marcador no definido.
2.8.1	Control y mantenimiento para una fotopolimerización óptima	¡Error! Marcador no definido.
2.8.2	Peligros de entrega de grandes cantidades de energía	¡Error! Marcador no definido.
3	MATERIALES Y MÉTODOS	¡Error! Marcador no definido.
3.1	Materiales	¡Error! Marcador no definido.
3.1.1	Lugar de la investigación	¡Error! Marcador no definido.
3.1.2	Periodo de la investigación	¡Error! Marcador no definido.
3.1.3	Recursos empleados	¡Error! Marcador no definido.

3.1.3.1 Recursos humanos	¡Error! Marcador no definido.
3.1.3.2 Recursos físicos	¡Error! Marcador no definido.
3.1.4 Universo	¡Error! Marcador no definido.
3.1.5 Muestra	¡Error! Marcador no definido.
3.1.5.1 Criterios de inclusión	¡Error! Marcador no definido.
3.1.5.2 Criterios de exclusión	¡Error! Marcador no definido.
3.1.5.3 Criterios de eliminación	¡Error! Marcador no definido.
3.2 Métodos	¡Error! Marcador no definido.
3.2.1 Tipo de investigación	¡Error! Marcador no definido.
3.2.2 Diseño de investigación	¡Error! Marcador no definido.
3.2.2.1 Procedimientos	¡Error! Marcador no definido.
3.2.2.2 Análisis estadístico	¡Error! Marcador no definido.
4 RESULTADOS	¡Error! Marcador no definido.
4.1 Intensidad de luz de Lámparas de Fotocurado	¡Error! Marcador no definido.
4.1.1 Promedio y Frecuencia de la intensidad de luz de LFP	¡Error! Marcador no definido.
4.1.1.1 Promedio y Frecuencia de la intensidad de luz de LFP LED	¡Error! Marcador no definido.
4.1.1.2 Promedio y Frecuencia de la intensidad de luz de LFP Halógena	¡Error! Marcador no definido.
4.1.2 Frecuencia de intensidad de luz de LFP de acuerdo a su marca	¡Error! Marcador no definido.
4.2 Tiempo de fotocurado	¡Error! Marcador no definido.
4.2.1 Promedio y frecuencia de tiempo de fotocurado	¡Error! Marcador no definido.
4.3 Energía total	¡Error! Marcador no definido.
4.3.1 Promedio y Frecuencia de la energía total	¡Error! Marcador no definido.

4.4	Residuos de resina en la punta y uso de barreras de protección en LFP	¡Error! Marcador no definido.
4.4.1	Frecuencia de LFP que poseen residuos	¡Error! Marcador no definido.
4.4.2	Frecuencia de LFP que usan barreras de protección	¡Error! Marcador no definido.
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	¡Error! Marcador no definido.
5.1	Conclusiones	¡Error! Marcador no definido.
5.2	Recomendaciones	¡Error! Marcador no definido.
6.	GLOSARIO	¡Error! Marcador no definido.
7.	BIBLIOGRAFÍA	¡Error! Marcador no definido.
7.1	ANEXOS	¡Error! Marcador no definido.
7.2	Hoja de registro general	¡Error! Marcador no definido.
7.3	Hoja de consentimiento informado	¡Error! Marcador no definido.
7.4	Hoja de encuesta	¡Error! Marcador no definido.
7.5	Tabla de registro de datos	¡Error! Marcador no definido.

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Componentes fundamentales de las resinas compuestas	8
Figura.2 Radiómetro midiendo la intensidad de luz	14
Figura 3. Longitudes de onda en nm. Espectro de luz visible	16
Figura 4. Lámpara de fotocurado Halógena/ Cuarzo tungsteno	19
Figura 5. Lámpara de fotocurado LED	<b>2;Error! Marcador no definido.</b>
Figura 6. RDRC con filtraciones marginales y cambios de coloración.	24
Figura 7. Distribución de la salida de luz uniforme	28
Figura 8. Distribución de la salida de luz predominante en el centro de la punta	28
Figura 9. Distribución de la salida de luz de forma irregular	28
Figura 10. Ejemplo del haz de perfil de una lámpara de polimerización	30
Figura 11. Perfil del haz de luz de una Elipar S10 (izquierda)	31

Figura 12. Superposición de diámetro de fibra	32
Figura 13. Restauración de bordes incisales y correcta posición de LFP	33
Figura 14. Prácticas de fotopolimerización con el uso de gafas protectoras	35
Figura 15. Residuos en la punta de la fibra de la lámpara de fotopolimerización	37
Figura 16. Colocación de barrera protectora durante la fotopolimerización	37

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla. 1 Distribución de tipo de lámparas de fotocurado	47
Tabla. 2 Promedio de la intensidad de luz de las lámparas de fotocurado	48
Tabla. 3 Frecuencia de intensidad de luz de lámparas de fotocurado	48
Tabla. 4 Promedio de la intensidad de luz de LFP LED	50
Tabla.5 Frecuencia de intensidad de luz de lámparas de fotocurado LED	50
Tabla 6. Promedio de intensidad de luz de lámparas de fotocurado Halógena	51
Tabla 7. Frecuencia de intensidad de luz de lámparas de fotocurado Halógena	51
Tabla. 8 Frecuencia de intensidad de luz de LFP LED de acuerdo a su marca	53
Tabla. 9 Promedio de tiempo de fotocurado	57
Tabla. 10 Frecuencia de tiempo de fotocurado	58
Tabla. 11 Promedio de la energía total	60

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Distribución de tipo de lámparas de fotocurado	47
Gráfico 2. Diagrama de cajas de la intensidad de luz de LFP halógenas y LED	49
Gráfico 3. Frecuencia de intensidad de luz de LFP de acuerdo a su marca	54
Gráfico 4. Diagrama de cajas de la intensidad de luz de LFP LED	55
Gráfico 5. Histograma de frecuencia de tiempo de fotocurado	59
Gráfico 6. Histograma de energía total agrupado	61
Gráfico 7. Frecuencia de LFP que poseen residuos	62
Gráfico 8. Frecuencia de LFP que usan barreras	63

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Hoja de registro general	74
Anexo 2. Hoja de consentimiento informado	75
Anexo 3. Hoja de encuesta	76
Anexo 4. Tabla de registro de datos	77

## RESUMEN

**Problema:** Las RDRC son los procedimientos odontológicos más comunes en la actualidad. Profesionales y estudiantes de odontología desconocen o no dan la debida importancia al procedimiento de la fotopolimerización, siendo uno de los factores más importantes en estos tratamientos. **Propósito:** Determinar si el posible fracaso de las RDRC se debe a la mala práctica de fotopolimerización de estos tratamientos. **Materiales y métodos:** Se realizó un estudio descriptivo y analítico de tipo transversal en 92 LFP. Se registró los siguientes datos de LFP: tipo, marca y modelo, presencia de residuos de resina en las puntas, colocación de barreras de protección y medición de intensidad de luz mediante un radiómetro. **Resultados:** El 23% de LFP contaron con la intensidad adecuada, ningún operador conocía el tiempo correcto que debía fotopolimerizar de acuerdo a su lámpara, solo el 12% está emanando energía correcta a las restauraciones. El 65% tuvo residuos de resina en la punta de la LFP y el 8% contó con barreras de protección. **Conclusión:** Una posible causa del fracaso de las RDRC es la mala práctica de la fotopolimerización. No

existen porcentajes significativos en ninguna variable que demuestra que se está realizando una práctica adecuada en estos sectores de Guayaquil.

**Recomendación:** Se recomienda continuar con este estudio abarcando toda la ciudad de Guayaquil, esperando con el avance de la tecnología obtener un espectoradiómetro para estudios más exactos de LFP. Además analizar las variables de frecuencia de uso diario y tiempo de compra vs la intensidad de LFP registradas en este estudio.

**Palabras clave:** Polimerización, lámparas, fotocurado, intensidad, resinas compuestas, restauraciones directas, fotopolimerización.

## ABSTRACT

**Problem:** RDRC are dental procedures most currently used. Professionals and dentistry students are unaware about the real importance of photopolymerization procedure, being one of the most important processes of dental treatments.

**Purpose:** Determine if the potential failure of RDRC is the result of malpractice in the photo polymerization procedure part of the treatments. **Materials and**

**Methods:** A descriptive and analytical cross-sectional study was conducted in 92 LFP. The data obtained was: type, brand, model, resin residues at the tips, placement of protective barriers and measurement of light intensity using a radiometer. **Results:** 23% of LFP had the right intensity; none of the operators knew what was the right amount of time to run the photopolymer procedure according to his lamp light, only 12% is emanating correct energy to restorations. 65% had resin residue on the LFP tip and 8% had protective barriers. **Conclusion:** A possible cause of failure for the RDRC is malpractice of the photo polymerization procedure. There are no significant percentages under

any variable that shows that a good practice is being done in these nearby areas of Guayaquil. **Recommendation:** Students and professionals in dentistry are recommended to continue this study in the city of Guayaquil, waiting to obtain a spectrophotometer with technology advancement to improve and obtain more accurate results in this study. Also, analyzing the frequency variables of use and purchase time vs the LFP intensity recorded in this study.

**Keywords:** Polymerization, lamps, light curing, intensity, composites, direct restorations, photopolymerization.

## 1. INTRODUCCIÓN

Actualmente las restauraciones de resinas compuestas directas son los procedimientos más comunes en odontología restauradora, logrando excelentes resultados en tratamientos estéticos. Una de las desventajas de estos procedimientos radica en el fracaso clínico a corto o mediano plazo, siendo este un problema a nivel mundial.<sup>1,2,3,4</sup>

En estudios realizados se ha podido comprobar que la longevidad de las restauraciones directas posteriores con resinas compuestas es de aproximadamente 6 años.<sup>1,5</sup> Las principales razones para el reemplazo de estas restauraciones son caries secundarias y fracturas del material.<sup>5</sup>

Durante mucho tiempo el procedimiento de la fotopolimerización ha pasado desapercibido, a pesar de ser una de las principales causas en el fracaso de las restauraciones.<sup>1,2,3,6</sup>

Las propiedades físicas y mecánicas de las resinas compuestas están directamente relacionadas con un adecuado proceso de conversión de monómeros a polímeros. Su éxito clínico va a depender del grado de polimerización obtenido, el cual dará su microdureza final. En el caso de las resinas compuestas directas fotopolimerizables el grado de polimerización puede ser afectado por el tipo de lámpara que se utilice así como la técnica utilizada por el operador. Para que se cumpla una eficiente polimerización de las resinas compuestas directas las lámparas de fotopolimerización deben contar con una intensidad y longitud de onda adecuada. Otros factores a considerar son: la técnica del operador, características de la restauración y la energía requerida por la resina. Si uno de los factores no se cumple, existirán fallas en las restauraciones impidiendo el éxito de las mismas.<sup>1,2,3,6,7,8</sup>

Las primeras unidades de luz de fotocurado para las restauraciones de resinas directas surgieron en 1970, desde entonces han estado en constante evolución. Al principio se utilizaba la luz ultravioleta, pero fueron sustituidas porque se demostró que causaba daño a las piezas dentarias. Posteriormente las lámparas de Arco de Plasma y Láser Argón se introdujeron en el mercado y están siendo desplazadas por las luces Halógenas y Leds que hoy en día son las más utilizadas.<sup>9,10,11</sup>

Independientemente de la lámpara que utilicemos, es necesario conocer la intensidad que posea para determinar el tiempo adecuado que necesita fotocurarse la restauración de resina compuesta.<sup>10,11</sup>

La medición de la intensidad de luz de las lámparas de fotocurado se la puede hacer mediante un radiómetro. Estudios recientes han revelado que los radiómetros no son utilizados rutinariamente por los odontólogos y que muchas de las unidades de luz en uso son inadecuadas para producir la polimerización requerida dentro del tiempo recomendado.<sup>1,12,13</sup> Es por ello este estudio en el que se pretende analizar la eficiencia de la fotopolimerización en las restauraciones directas de resinas compuestas centrándonos en las variantes de la intensidad de luz de las lámparas utilizadas y el tiempo de exposición dado por el operador. Además diferenciar los factores que intervienen en el éxito de estas restauraciones.<sup>13</sup>

## 1.1 Justificación

Muchos de los profesionales en odontología creen que el fracaso de las restauraciones directas con resinas compuestas se debe a la técnica y a los materiales utilizados, y desconocen o no le dan la debida importancia a los factores que intervienen para una correcta fotopolimerización de las resinas compuestas.

En estudios realizados por el Dr. Strassler y el Dr. Price, se menciona que en las prácticas privadas a nivel mundial se está utilizando de manera inadecuada las unidades de fotopolimerización. Así mismo en un estudio en el 2009 realizado en Maharashtra por Vivek Hegde, Sameer Jadhav, y Gayatri Aher se indicó que sólo el 10% de unidades de fotopolimerización evaluadas estaban cumpliendo con la intensidad requerida para una correcta restauración. Otros estudios en Colombia,<sup>13</sup> Venezuela,<sup>8</sup> Perú,<sup>9</sup> indican resultados similares.

Existen muy pocos estudios que incluyan todos los factores que intervienen en la fotopolimerización.<sup>1,7,9</sup> En nuestro país no se encontraron estudios publicados al respecto. Esta investigación propone conocer si en nuestra comunidad, la práctica de fotopolimerización de las resinas compuestas directas se está realizando de manera eficiente y si se están cumpliendo con los factores que intervienen en este proceso. Al socializar este conocimiento se trata de alertar a los odontólogos sobre la importancia de una eficiente práctica de la fotopolimerización de las resinas compuestas directas y su influencia en el éxito clínico a través del tiempo.

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo General**

Determinar la eficiencia en la práctica de fotopolimerización de las resinas compuestas directas, mediante la utilización de un radiómetro, visitas y entrevistas a los operadores de estas unidades en los servicios odontológicos privados de los sectores de Urdesa, Kennedy y Alborada de la ciudad de Guayaquil, para la identificación de posibles causas que impiden el éxito de las restauraciones.

### **1.2.2 Objetivos Específicos**

Identificar cuál es la intensidad de luz que producen las lámparas de fotopolimerización mediante la utilización de un radiómetro en los servicios odontológicos privados de los sectores de Urdesa, Kennedy y Alborada de la ciudad de Guayaquil, para la comprobación de que las lámparas de fotocurado, que están siendo utilizadas, posean una intensidad adecuada.

Identificar el tiempo que fotocuran cada porción de resina compuesta directa en los servicios odontológicos privados de los sectores de Urdesa, Kennedy y Alborada de la ciudad de Guayaquil, mediante una entrevista al operador para la determinación de un correcto tiempo de exposición de luz a las restauraciones directas de resinas compuestas.

Calcular la cantidad de energía que se está aplicando a las resinas compuestas directas mediante la fórmula de energía ideal (tiempo x intensidad) en los servicios odontológicos privados de los sectores de

Urdesa, Kennedy y Alborada de la ciudad de Guayaquil, para demostrar el cumplimiento de la energía requerida a las restauraciones directas.

Comprobar si en los servicios odontológicos privados de los sectores de Urdesa Kennedy y Alborada de la ciudad de Guayaquil, dan mantenimiento adecuado a las lámparas de fotocurado, mediante la observación de residuos de resina en la parte activa de la fibra óptica de las lámparas de fotocurado y el uso de barreras protectoras para el conocimiento de una posible contaminación cruzada y causa de la disminución de intensidad de luz.

### **1.3 Hipótesis**

Gran parte del fracaso de las restauraciones directas con resinas compuestas se debe a la mala práctica de fotopolimerización que está relacionada con los factores de intensidad de luz, tiempo, residuos en la parte activa de la fibra óptica de la lámpara de fotopolimerización y colocación de barreras de protección.

## **1.4 Variables**

### **1.4.1 Variable dependiente**

Eficiencia en la práctica de fotopolimerización de las resinas compuestas directas.- Está dada por los siguientes factores: la intensidad de potencia lumínica requerida, un tiempo de fotocurado adecuado, tipo de lámpara, ausencia de residuos en la parte activa de la fibra y uso de barreras protectoras.

### **1.4.2 Variable independiente**

Intensidad de potencia lumínica.- Su unidad de medida es  $\text{mW}/\text{cm}^2$ . Debe poseer un mínimo de  $600 \text{ mW}/\text{cm}^2$ .

Tiempo de fotocurado. Su unidad de medida es el segundo.

### **1.4.3 Variable interviniente**

Tipo de lámpara.- Led o Halógena.

Residuos de resina en la parte activa de la fibra.- Con residuos o Sin residuos.

Uso de barreras protectoras.- Con barreras protectoras o sin barreras protectoras.

## **2. MARCO TEÓRICO**

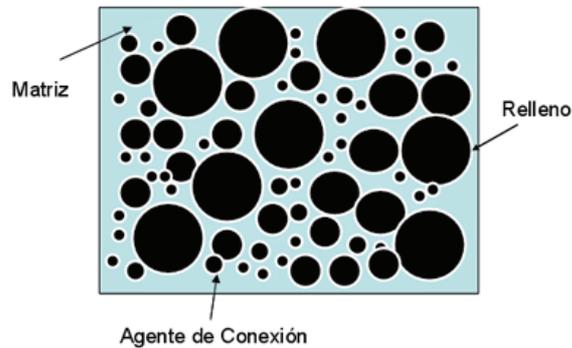
### **Resinas compuestas directas de fotocurado**

Las resinas compuestas como material restaurador, fueron desarrolladas por medio de estudios al final de la década del 50 e inicio de la década del 60 por el Dr. Bowen que sustituyó el componente orgánico, anteriormente PMMA por (bis-GMA) que es un bisfenol A glicil metacrilato y un agente de enlace de silano orgánico uniendo las partículas de relleno y moléculas del bis.GMA.<sup>8,15</sup> El término de “*material compuesto*” se debe a la combinación de por lo menos dos sustancias diferentes, una interfase bien definida separa y une a la vez estos componentes.<sup>16</sup>

Las resinas compuestas dieron un gran giro cuando el sistema de polimerización química fue sustituido al sistema de polimerización física, simplificando pasos en el procedimiento y por lo tanto disminución de tiempo, así como dio un importante avance a las restauraciones estéticas por la facilidad de manipulación y control del tiempo por parte del operador. Las distintas tonalidades de estas nuevas resinas fueron de gran ayuda sobre todo en la zona anterior.<sup>10,11</sup>

#### **2.1.1. Composición de las resinas compuestas.**

Las resinas compuestas directas de fotocurado son materiales sintéticos que están conformados por tres elementos principales: una matriz orgánica, una parte inorgánica y un agente de enlace. Además está conformada por elementos varios como inhibidores de polimerización, opacificadores, pigmentos, un iniciador y activador del proceso de polimerización.<sup>15</sup>



**Figura N°1** Componentes fundamentales de las resinas compuestas.  
**Fuente:** Pereira N. et al. 2008.<sup>17</sup>

### 2.1.1 Matriz orgánica

Está compuesta por grandes cantidades de monómeros. Los monómeros más empleados son el bis-GMA, dimetacrilato de uretano (UDMA) y el trietilenglicol dimetacrilato (TEGMA), presentando un mayor peso molecular y a su vez disminuyendo la contracción de polimerización en comparación con moléculas más livianas como el metil metacrilato. La elevada viscosidad del bis-GMA exige mezclarlo con monómeros de fluidez mayor como el TEGMA para lograr una proporción adecuada del relleno del material.<sup>15</sup>

#### 2.1.1.1 Parte Inorgánica

La función principal de la parte inorgánica es controlar la contracción de polimerización, debido al incremento de viscosidad ayudando a una mejor manipulación. Este relleno tiene que encontrarse bien adherido a la matriz orgánica a través de un agente de enlace, caso contrario va a debilitar a la

matriz. Estas partículas se obtienen triturando cuarzo o cristales dando lugar a pequeñas partículas entre 0,1 y 100  $\mu\text{m}$  aproximadamente.<sup>15</sup>

### **2.1.1.2 Agente de Enlace**

El agente de enlace se une a la fase dispersa químicamente y luego a la matriz orgánica, permitiendo transmitir el estrés ejercido en la matriz más flexible a las partículas de relleno de mayor rigidez. Los más comunes son los organosilanos pero también pueden emplearse titanatos y zirconatos.<sup>15</sup>

### **2.1.1.3 Inhibidores**

Los inhibidores se encuentran presentes en todas las resinas compuestas para inhibir la polimerización accidental, reaccionando con los radicales libres antes que inicien la polimerización.<sup>15</sup>

Los componentes más comúnmente utilizados son el 4-metoxifenol (PMP) y el 2 4 6 Terciarbutil fenol (BHT) siendo utilizados en cantidades del 0,1%. Este último es el más utilizado al proporcionar una mayor estabilidad del color.<sup>16</sup>

### **2.1.1.4 Iniciadores**

Es el encargado de iniciar el proceso de polimerización. Los cuales se mencionarán más adelante. Los iniciadores y activadores determinan la forma de la reacción de curado.<sup>15,16</sup>

Los pigmentos, modificadores y demás partículas de menores cantidades son los que asemejarán la resina al esmalte o la dentina. Los modificadores afectan la transmisión de luz, por lo que se debe considerar sus tonalidades, debido a que tonos más oscuros u opacos necesitarán mayor energía para una correcta fotopolimerización.<sup>15</sup>

### **2.1.2 Factores para el éxito de restauraciones de resinas compuestas directas.**

La colocación del adhesivo es de gran importancia en el procedimiento de las restauraciones, este requiere de mucha atención al igual que el material restaurador. El éxito de las restauraciones directas requiere de muchos detalles para su procedimiento, estos factores que deben ser tomados en cuenta son los siguientes:

- Un aislamiento adecuado
- Correcto uso del sistema adhesivo utilizado
- Colocación de la resina
- La fotopolimerización

La colocación de la resina debe realizarse con una técnica apropiada para contrarrestar la contracción de polimerización (factor C), asegurar la adaptación marginal, evitar fracturas, entre otros.<sup>1</sup>

En este estudio vamos a centrarnos únicamente en el factor de la fotopolimerización, pues consideramos que existe un conocimiento limitado sobre la importancia de este factor, a pesar de ser una de las causas del fracaso en los procedimientos restaurativos.

## 2.2 Proceso de fotopolimerización o polimerización física

Las resinas compuestas están conformadas por una matriz orgánica con moléculas pequeñas como los monómeros y una parte inorgánica. Los monómeros son estructuras de la matriz que al unirse mediante el proceso de la fotopolimerización forman cadenas conocidas como polímeros, la conversión total de este proceso es conocido como polimerización.<sup>11,18</sup>

El proceso de polimerización física comienza cuando la luz de la unidad de fotocurado se pone en contacto con la resina. Una longitud de onda específica activa el iniciador, componente de la resina que al reaccionar da como resultado radicales libres, estos radicales libres rompen los enlaces dobles de carbono que unen a los monómeros, generando más radicales libres, a medida que este proceso se difunde los monómeros dan lugar a la formación de largas cadenas llamadas polímeros, volviéndose rígido el material y terminando con este proceso de polimerización. Todo este proceso se divide en tres fases para una mayor comprensión, estas fases son: Inducción, propagación y terminación.<sup>11</sup>

La inducción o iniciación es el proceso de polimerización que inicia con la ruptura de moléculas por la excitación del fotoactivador, dando lugar a la liberación de radicales libres quebrando los enlaces dobles carbono-carbono, esta liberación de radicales libres es lo que proporciona la fase de propagación del proceso de polimerización. A medida de que este procedimiento continúa los monómeros se transforman en polímeros por medio de una unión simple, los polímeros forman una red tridimensional de tipo lineal y cruzado, llegando a endurecer la resina y la fase de terminación acaba con este proceso. Lo ideal es que no deberían quedar monómeros sin reaccionar, aunque es inevitable debido a que las cadenas de polímeros se tornan más rígidas, dificultando el reposicionamiento de las moléculas.<sup>10,11,18</sup>

## 2.2.1 Técnicas de fotopolimerización

Existen varias técnicas de polimerización física, estas son:

**Técnica Convencional o Uniforme continua**, en la cual mantiene una intensidad constante, del inicio al fin de la fotoactivación. Algunos autores creen que esta técnica genera mayor estrés en la interfase entre el diente y la restauración.<sup>10,11</sup>

**Técnica de en pasos**, en la cual se reduce la intensidad durante unos segundos y posteriormente se aumenta dicha intensidad hasta terminar la polimerización, lo que permite liberación de estrés en la fase pre-gel.<sup>10</sup>

**Técnica de pulso tardío**, se coloca una intensidad baja durante un periodo corto (3 a 5 segundos), se esperan varios minutos y luego se aplica la intensidad total hasta terminar la polimerización, aumentando así el tiempo de la fase pre-gel.<sup>10,11</sup>

**Técnica en rampa**, iniciando la fotopolimerización con una baja intensidad y aumentar conforme va pasando el tiempo, hasta llegar a la intensidad máxima y terminar con la fotopolimerización, logrando así menos estrés en la restauración.<sup>1,10</sup>

A pesar de la información que existe sobre las desventajas de algunas técnicas por generar estrés de contracción según Barattieri, Masioli y Cols. En estudios actuales presentados en una video conferencia por el Laboratorista Greg Kobussen con el tema "Light Curing Fundamentals", mencionó que el estrés de contracción es irrelevante respecto a la técnica utilizada. Así mismo en el estudio realizado en Brazil "Influence of light intensity and curing cycle on microleakage of class V composite resin restorations" concluyeron que las técnicas de pulso, rampa y curado continuo, presentan resultados similares después de la fotopolimerización de la restauración, recomendando utilizar la técnica convencional en todas las

restauraciones para lograr un cálculo más exacto del tiempo adecuado para lograr la energía requerida.<sup>19,20</sup>

## 2.2.2 Fotoiniciadores

Es importante conocer los fotoiniciadores existentes y la sensibilidad a la luz que poseen para que el proceso de fotopolimerización sea correcto. El fotoiniciador más utilizado en los últimos tiempos es la canforoquinona, la cual está en la mayoría de resinas compuestas.<sup>11</sup>

La canforoquinona es activada con luz visible de color azul con longitud de onda entre 440nm y 490nm. Si la unidad de fotopolimerización tiene una longitud de onda menor, los resultados serán poco eficientes y a su vez las propiedades físicas y mecánicas del producto polimerizado no serán las idóneas.<sup>10,21</sup>

La canforoquinona, a pesar de ser la más utilizada tiene la desventaja de su coloración amarillenta, lo que ha dado paso a la utilización de otros fotoiniciadores: fenilpropanodiona (PPD), leucericina, óxido monoacilfosfina (MAPO) y el óxido bisacilfosfina (BAPO), siendo utilizados para dientes claros. Estos últimos fotoiniciadores son activados con longitudes de onda entre 400 y 450nm, siendo selectivos en la unidad de fotopolimerización a utilizar.<sup>10,11</sup>

Idealmente, todas las lámparas de fotocurado deben tener la capacidad de polimerizar cualquier material dental, sin importar el fotoiniciador que este compuesto utilice.<sup>22</sup>

La cantidad de fotoiniciador activado va a depender de:

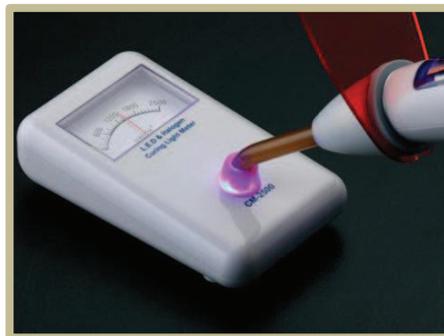
- La concentración de fotoiniciador
- El número de fotones
- La energía de los fotones<sup>22</sup>

### 2.2.3 Intensidad de luz

Para que una resina sea polimerizada en su totalidad y que sus propiedades físico-mecánicas sean las mejores es necesario contar con una unidad de fotopolimerización que brinde una intensidad de luz ideal. La intensidad de luz se mide en  $\text{mW}/\text{cm}^2$  (miliwatt por centímetro cuadrado), este valor podemos conocerlo con un aparato llamado radiómetro. Mientras mayor es la intensidad de luz y el tiempo para la fotopolimerización obtendremos mayor conversión de las resinas.

Las primeras generaciones de LED tenían gran desventaja en cuanto a la intensidad en relación a las halógenas, sin embargo las nuevas generaciones LED poseen rangos superiores, llevando grandes ventajas sobre las halógenas.<sup>26</sup> Actualmente se ha comprobado que la mínima intensidad que debe poseer una lámpara de fotopolimerización para realizar este procedimiento adecuadamente es de  $600 \text{ mW}/\text{cm}^2$ .<sup>1,7,23</sup>

La intensidad de la lámpara de fotocurado es la cantidad de fotones emitidos por estas unidades, es decir que fuentes con alta intensidad emitirán fotones de mayor cantidad en comparación con los de baja intensidad.<sup>20,32</sup>



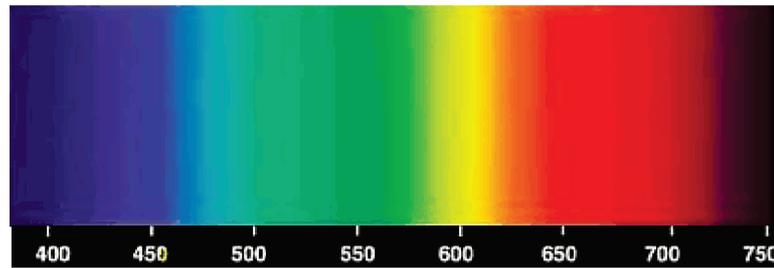
**Figura N°2** Radiómetro midiendo la intensidad de luz de una lámpara de fotocurado.

**Fuente:** Owens B. et al. 2007. <sup>24</sup>

## 2.2.4 Longitud de onda

La luz visible se compone de espectros de olas que forman energía electromagnética, y es fundamental para considerar a sí mismos los colores de los objetos. Sin luz, no vemos colores. Las longitudes de onda de luz que varían en tamaño correspondiente a la luz visible es la que corresponde a la región entre 400nm y 700nm. Los colores existentes en el espectro son: violeta, azul, verde, amarillo, naranja y rojo. Por ello los colores que vemos en los objetos son el resultado de un proceso que incluye la reflexión y absorción de la luz. Para los materiales de resina, hay la necesidad de aplicar una luz con una longitud de onda específica, que pueda excitar el fotoiniciador presente para desencadenar la reacción de polimerización. Actualmente, la luz utilizada para la fotoactivación de materiales de resina se concentra en el espectro de luz azul región (400 nm-500 nm).<sup>20,24</sup>

La longitud de onda que deben poseer una unidad de fotocurado para activar el fotoiniciador más común que es la canforoquinona es entre 440 y 490 nm. No obstante existen resinas que precisan longitudes de onda diferentes, lo que hará una deficiencia en la fotopolimerización. Al conocer que otros fotoiniciadores se activan con menor longitud de onda, el rango de la longitud de onda de la unidad de fotopolimerización debe ser de acuerdo al compuesto de la resina. Caso contrario las propiedades físicas y mecánicas del producto polimerizado no serán las idóneas para el resultado clínico que se espera obtener.<sup>21,25</sup>



Espectro de la luz visible  
(longitudes de onda en nm)

**Figura N°3** Longitudes de onda en nm. Espectro de luz visible  
**Fuente:** Fadul J. et al. 2014.<sup>25</sup>

### 2.2.5 Tiempo de exposición del material

Su unidad de medida es el segundo, este tiempo debe ser el necesario para generar la suficiente energía que requiere la restauración. El operador debe conocer la medida de la intensidad que posee la lámpara para determinar el tiempo adecuado que debe emplear en este procedimiento. No debemos excedernos del tiempo necesario porque podemos causar lesiones en tejidos blandos como también lesiones pulpares.<sup>5,20,26</sup>

### 2.3 Energía ideal para una fotopolimerización adecuada

La energía total es obtenida calculando la relación entre intensidad y tiempo. Para la fotopolimerización de una resina compuesta la intensidad de la luz se multiplica por el tiempo de exposición, la energía total está dada en unidades de Joules por centímetro cuadrado ( $J/cm^2$ ).<sup>1,10,11,14</sup>

$$E = I \times T$$

**Energía ideal = intensidad x tiempo**

Dependiendo de la marca y el tono de resina compuesta, los requisitos mínimos de energía para fotopolimerizar resinas deben estar en un rango de 16 a 24 J/cm<sup>2</sup> con un espesor de 2 mm cada porción de resina compuesta, dependiendo de la composición y opacidad.<sup>1,8,14</sup> Partiendo de esto si la intensidad de luz varía el tiempo también lo hará. Logrando así diferentes combinaciones de tiempo siempre y cuando conozcamos la intensidad de la luz.<sup>10</sup>

Resinas de fotocurado no sólo deben recibir suficiente energía, sino que también deben recibir esta energía dentro de la gama de longitud de onda apropiada, a fin de que un número suficiente de los radicales libres se produzcan para la polimerización.<sup>27</sup>

## **2.4 Tipos de lámparas de fotocurado**

Los primeros sistemas de fotopolimerización fueron con radiación ultravioleta con longitudes de onda entre 340nm y 380nm, con el avance de la tecnología se observaron algunas desventajas como: bajas profundidades de polimerización y riesgos para la salud de los pacientes debido a que causaban daños a la pulpa dental; es así como investigadores propusieron utilizar la luz visible con los aparatos de arco de Plasma (PAC o Plasma Arc) y el láser argón. Aunque este sistema tuvo que ser reemplazado nuevamente por las lámparas LED y Halógenas.<sup>10,11,23</sup>

En la actualidad podemos encontrar cuatro tipos de lámparas de fotopolimerización:

- Arco de Plasma (AC)
- Láser de Argon-Ion
- Lámparas de Luz Halógena (LH)
- Luz Emitida por Diodos(LED's)

Las lámparas de arco de Plasma (PAC o Plasma Arc) y el láser de argón emiten una luz con una densidad de poder alta.<sup>6</sup> Permitiendo polimerizar la resina compuesta en menos tiempo y mayor profundidad.<sup>11</sup> Sin embargo la lámpara de arco de plasma requiere filtros para bloquear las longitudes de ondas indeseables. Estas lámparas fueron reemplazadas debido a su dificultad de mantenimiento, alto costo, calor excesivo y aumento de estrés de polimerización volviéndolas menos usadas, apareciendo así las luces halógenas y a continuación las luces LEDs.<sup>10,11,23,28</sup>

Debido a que en nuestro estudio fueron encontradas solamente lámparas LEDs y Halógenas, se ha detallado mejor las características de estas lámparas.

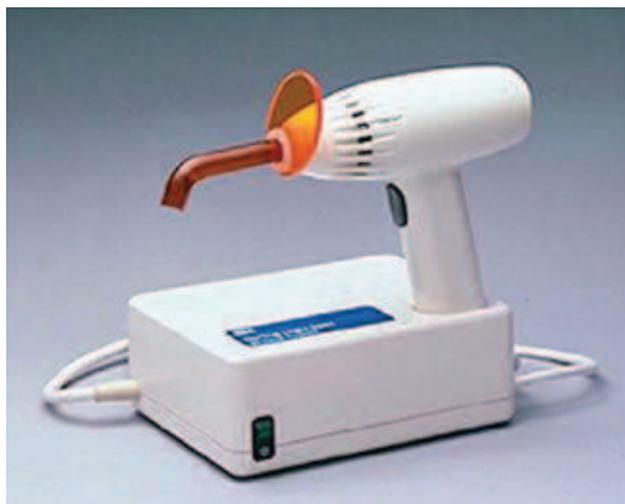
### **2.4.1 Lámparas halógenas / Cuarzo tungsteno**

Son utilizadas desde la década de 1970, su efectividad y bajo costo son ventajas que las caracterizan, por ese motivo, hoy en día siguen siendo utilizadas.<sup>21</sup>

Estas unidades dependen de la producción de luz que proviene de un bulbo que emite la luz visible y de un sistema de filtrado para definir su rango exacto.<sup>22</sup> Las unidades a base de luz halógena son compuestas de lámparas de cuarzo/tungsteno, contiene un filamento metálico delgado de tungsteno incluido en un bombillo de vidrio de cuarzo que contiene un gas halógeno, siendo calentado el filamento emitiendo una radiación en forma de luz visible

con una longitud de onda entre 380nm y 760nm.<sup>10,11,21,28</sup> A su vez contiene un filtro para que pasen las longitudes de onda, un sistema de refrigeración para reducir el calor que genera la lámpara (ventilador) y un conjunto de fibras ópticas para conducir la luz. Los bulbos halógenos utilizados en estas unidades generan a través del calentamiento de filamentos solamente menos del 1% de esa energía se genera en luz, el resto de energía se presenta como calor.<sup>20,22</sup>

En este proceso al pasar la corriente a través del filamento de tungsteno se produce luz blanca dentro del bulbo de cuarzo lleno con gas halógeno, siendo el reflector que se encuentra atrás del bulbo el que refleja la luz y el calor.<sup>20,22</sup>



**Figura N°4** Lámpara de fotocurado Halógena/ Cuarzo tungsteno  
**Fuente:** Carrillo C. et al. 2009.<sup>16</sup>

Estas unidades tienen un rango de 400 y 500 mW/cm<sup>2</sup>, aunque algunos pueden llegar hasta los 1100mW/cm<sup>2</sup>. Una de las desventajas de estas unidades es su pérdida de efectividad con el tiempo, teniendo que sustituir la lámpara, filtro o fibra óptica dependiendo del caso. Todo esto hace que estas lámparas requieran mucho mantenimiento, así el funcionamiento de estas unidades debe ser revisado periódicamente controlando su intensidad. Se

recomienda que realice el recambio periódico del bombillo de 3 a 6 meses dependiendo de la frecuencia con la que se lo utilice.<sup>9,10,11,18,21,25</sup>

## 2.4.2 Lámparas Led- Diodos Emisores de Luz

Las lámparas de la luz led surgieron en el año de 1990. Utilizan dos semiconductores para producir la luz azul diferencia de las lámparas halógenas que emiten su luz por calentamiento de filamentos metálicos. Poseen una longitud de onda de 450nm a 490nm, sin necesidad de filtros para restringir la emisión de luz.<sup>9,10,11,20,25</sup>

En la actualidad existen tres generaciones de lámparas LEDs. La primera generación con una intensidad de potencia lumínica entre 50 y 300 mW/cm<sup>2</sup>, sin ser efectiva en su polimerización. La segunda generación cuentan con una intensidad entre 300 y 1400 mW/cm<sup>2</sup>, lo que propicia una polimerización efectiva, reduciendo tiempo y es comparado a las unidades de fotopolimerización halógena.<sup>9,10,19,20,28</sup>

La desventaja de este sistema de polimerización se presenta en las lámparas de primera y segunda generación, debido a que resinas compuestas con canforoquinona absorben energías que están fuera del rango de estas generaciones, es por ello que introdujeron la tercera generación de las lámparas LEDs, con diferentes diodos proporcionando mayores intensidades y diferentes longitudes de onda.<sup>10,20,29</sup>

Con los aparatos LEDs de segunda y tercera generación se ha demostrado ventajas como la emisión de menos calor al ser comparadas con lámparas halógenas con la misma intensidad, no emiten ruido debido a que no tienen un sistema de ventilación, existe una mejor manipulación por la forma de la lámpara, pueden ser utilizadas sin estar conectadas a una fuente de energía,

es de fácil limpieza, posee mayor durabilidad y más resistencia a golpes.<sup>10,11,21,29</sup>

En promedio, se espera que la fuente de luz LED realice miles de horas en comparación con las horas de rendimiento que poseen las lámparas cuarzo-tungsteno-halógeno (QTH), sin embargo, este rendimiento a largo plazo no debe excluir a las luces LED de la rutina de evaluación en el consultorio.<sup>20,29</sup>



**Figura N°5** Lámpara de fotocurado LED  
Fuente: Carrillo C. et al. 2009.<sup>16</sup>

## 2.5 Importancia de la Fotopolimerización

La información que se brinda a la mayoría de los estudiantes y odontólogos se enfoca en la elección del compuesto del material, la preparación de la cavidad ideal y el manejo de los materiales restauradores.<sup>14</sup> Poco tiempo se dedica a la enseñanza de la técnica de fotopolimerización, por lo que muchos desconocen cuál es la energía total adecuada que requiere una resina para que este paso sea realizado correctamente.<sup>1,14</sup> Así mismo, es muy frecuente encontrar en las publicaciones de odontología restauradora que los autores son muy críticos en los pasos de manipulación y colocación del material, pero sorprendentemente al llegar al paso de la polimerización sólo existe la frase: “A continuación realizar la fotopolimerización”.<sup>1</sup>

Se ha percibido la fotopolimerización como algo muy sencillo de acuerdo con las recomendaciones de varios fabricantes; como un procedimiento sin complicaciones. Asignándole especial importancia a la protección visual apropiada para el manejo de las lámparas de fotocurado, más no destacan la enseñanza de cómo realizar restauraciones fotopolimerizables exitosas.<sup>1,14</sup> Se delega muchas de las veces al asistente dental, sin una preparación adecuada, mientras el operador está disponiendo de su atención en otros aspectos del tratamiento.<sup>1, 31</sup>

La palabra “fotopolimerización” tiene un amplio significado, abarcando mucho más de lo que se menciona al realizar un procedimiento. Las lámparas de fotopolimerización no son similares y las variables que las caracterizan deben ser controladas por el operador mediante la comprensión de aspectos importantes, incluyendo la lámpara de fotocurado como la técnica utilizada.<sup>1</sup>

Los factores que influyen en una lámpara de fotopolimerización son varios como la intensidad de la luz, longitud de onda, el tamaño de la punta de curado,<sup>29</sup> la distribución de energía en la punta de la fibra óptica, la integridad de la fibra y su mango, la bioseguridad utilizada, el porcentaje de batería que posea al momento de la restauración.<sup>1</sup> Así mismo una buena técnica es primordial para su procedimiento, nos referimos con esto al tiempo que el operador fotopolimeriza, la distancia de la fibra a la restauración, la orientación de la punta de la fibra óptica y la colocación del material.<sup>1</sup>

Al no asegurarnos que estos pasos sean los correctos, es muy probable el fracaso prematuro de las restauraciones, causando caries recurrentes, falta de estabilidad del color, mayor desgaste y fractura.<sup>1</sup>

El éxito clínico de la fotopolimerización está en la correcta polimerización, tanto del adhesivo como de la resina compuesta.<sup>1</sup> Una superficie dura en la parte superior de la restauración no indica que toda la restauración de resina se ha curado adecuadamente.<sup>14,19</sup>

Es importante cumplir correctamente los factores mencionados para asegurar la fiabilidad y longevidad de las restauraciones colocadas. No se debe minimizar este procedimiento escogiendo cualquier unidad de fotopolimerización, o preniendo y apagando como si fuera un interruptor. Se ha comprobado que los fracasos de estas restauraciones parecen ser más problemas del operador que del material restaurador o adhesivo utilizado.<sup>1</sup>

## 2.6 Consecuencias de una fotopolimerización incorrecta

Las propiedades de las resinas por luz visible dependen del curado total y perfecto de la matriz de la resina.<sup>22</sup> Un curado inadecuado daría problemas en las propiedades físicas y mecánicas de la misma. Es fundamental entender las características del mecanismo de fotocurado para las posibles interacciones entre los materiales dentales.<sup>17,30,31</sup>

Al referirnos a una fotopolimerización inadecuada nos referimos a un grado de conversión bajo, generando efectos adversos en las propiedades físicas de la resina como:

- Resistencia a la adhesión al diente, por un curado incompleto de la resina en áreas profundas y zonas retentivas.
- Un impacto negativo a la biocompatibilidad de la restauración por la presencia del monómero no polimerizado.
- Cambio de coloración por la presencia del acelerador sin reaccionar, que son visibles al exterior.<sup>7,14,22,25,27,29,32,33</sup>
- Aumento de la capacidad de absorción de agua.<sup>22</sup>
- Desgaste excesivo por la suavidad que presenta la matriz de la resina por la inadecuada polimerización.
- Disminución de la dureza y consecuentemente posibles fracturas en las restauraciones.<sup>7,14,22,25,27,29,32,33</sup>

- Un mal ajuste marginal causando caries recurrentes por la colonización de bacterias, estas pueden generarse ya sea en una fase temprana o luego de un tiempo, dependiendo del grado que falló la restauración.<sup>1,14,19,25,27,29,33</sup>



**Figura N°6** Restauraciones de resinas directas con filtraciones marginales y cambios de coloración.

**Fuente:** Pereira N. et al. 2008.<sup>34</sup>

La efectividad del fotocurado de las resinas compuestas es crítico, no sólo para asegurar las propiedades físicas óptimas sino también para evitar los problemas clínicos debido a la citotoxicidad de los materiales inadecuadamente polimerizados, ya que los tejidos pulpares pueden afectarse debido a la filtración de los componentes no polimerizados.<sup>5, 13</sup>

En un estudio realizado sobre la evaluación in vitro de resinas compuestas encontraron que componentes como el “bis” (fenol-A- glicidil-metacrilato), trazas de benzofenona estabilizadora de luz y un fragmento iniciador de peróxido de benzoilo filtraron por la falta de polimerización del material siendo la fuente de las reacciones tóxicas en los cultivos celulares.<sup>13</sup>

Cuando observamos estas fallas en nuestros procedimientos restaurativos recordamos el protocolo de nuestro procedimiento, la colocación de resina, tiempo de la colocación del ácido, adhesivo, incluso si el material utilizado no

es de buena calidad, y quizás lo último que pensamos es que nuestra falla pudo estar en la fotopolimerización.

Cada paso que damos en nuestro procedimiento de fotopolimerización debe realizarse con mucha atención. Desde la colocación de la resina tomando en cuenta que su capa no puede ser mayor a 2mm, debido que al ser esta mayor la luz no llegará a la profundidad de la resina quedando sin fotopolimerizarse y con el tiempo causará las fallas antes mencionadas. Lo mismo sucede con el tiempo para obtener la energía que necesita una resina, relacionando la intensidad de luz que posea la unidad de fotocurado, la cual mencionaremos más adelante. En la fotopolimerización la distancia entre la punta de la fibra óptica y la restauración deberá ser lo mínimo posible.<sup>21,25</sup>

## **2.7 Factores claves a tomar en cuenta para una fotopolimerización eficiente**

Tanto la lámpara de fotopolimerización como la técnica utilizada tienen la misma importancia durante este proceso. Debemos conocer la intensidad, la longitud de onda de nuestra lámpara, así como otros factores (fracturas o residuos en la fibra óptica) los cuales van a intervenir. Cuando hablamos de una técnica adecuada nos referimos al tiempo de fotopolimerización y orientación de la fibra. Todo esto estará relacionado con las características de la restauración como ubicación, tamaño y profundidad con respecto a la punta de la fibra óptica de la lámpara de fotocurado. Si estos factores son tomados en cuenta vamos a mejorar las restauraciones tanto en durabilidad como en otros aspectos.

La clave del éxito clínico de la colocación del adhesivo y la resina dependen de cuatro conjuntos variables que se ha denominado con las siglas CORE.

- C: Curing light characteristics (Características de la lámpara de fotopolimerización)
- O: Operator technique (Técnica del Operador)
- R: Restoration Characteristics (Características de la restauración)
- E: Energy requirement of the RCB (Energía requerida de la resina)

Al entender estas variables esenciales para el fotocurado, el clínico puede tener un mayor nivel de confianza en que las restauraciones que colocan a sus pacientes están siendo fotopolimerizadas adecuadamente, mejorando su durabilidad clínica y su éxito.<sup>1,33</sup>

## **2.7.1 Características de la lámpara de fotopolimerización**

Dentro de las características de la fotopolimerización, debemos tomar en cuenta los siguientes factores:

- Fuente de luz (halógena o led)
- Distribución de la salida de luz
- Diámetro de la punta

### **2.7.1.1 Fuente de luz halógena o led.**

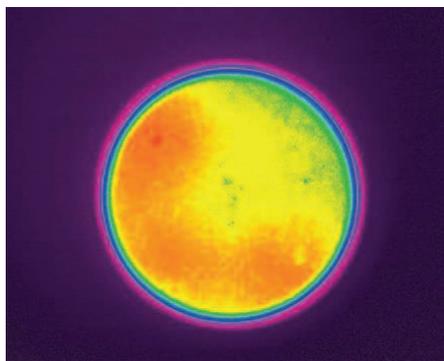
Actualmente la ISO (International Estándar Organization) tiene pocos requisitos para evaluar el rendimiento de fotopolimerización. Los fabricantes están obligados a limitar el rango de las luces ultravioleta, pero no se han establecido límites en la intensidad de la luz de color violeta o azul que son necesarios para activar los fotoiniciadores de las resinas compuestas.<sup>1</sup>

No todas las unidades de fotocurado son similares, varios estudios han evaluado la medición de intensidad de la luz utilizados en los consultorios dentales y los resultados indican que en las prácticas privadas a nivel mundial se están utilizando de manera inadecuada las unidades de fotopolimerización y sus operadores no son conscientes de que la luz que se está utilizando no cumple con la intensidad adecuada o bien que sus longitudes de onda no son las correctas para fotopolimerizar adecuadamente sus restauraciones.<sup>32,35</sup>

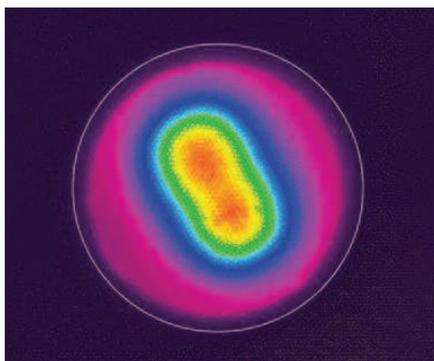
Es de gran importancia conocer a profundidad el tipo de unidad de fotocurado y consecuentemente su intensidad y longitud de onda. De esta manera conoceremos los factores a tomar en cuenta o que debemos brindarle más importancia. Es el caso de la halógena que al producir calor por medio de sus filamentos, con el tiempo reduce su intensidad teniendo menos cantidad de horas de vida útil, por lo tanto necesitarán un mantenimiento cada cierto tiempo. En el caso de una LED si posee altas intensidades debemos prevenir el daño pulpar por exceso de calor con el uso de la jeringa con aire.<sup>7,32</sup>

### **2.7.1.2 Distribución de la salida de luz**

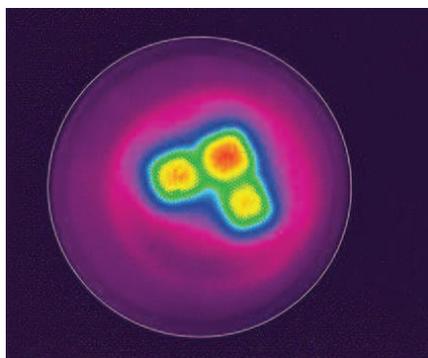
Hoy en día existen sistemas que evalúan la fotopolimerización con el uso de un analizador de haz de láser para medir la distribución de energía a través de la punta de la luz. Esta distribución se la conoce como “beam profiling of a curing light at the light tip”. Para algunas unidades la luz se distribuye uniformemente en la punta de la fibra óptica, conocido como “Sombrero de Copa”, mientras que en otras unidades sale una luz predominante del centro de la punta, con una energía menor en los bordes de la luz. En otras unidades, la luz se distribuye de manera desigual.<sup>1</sup>



**Figura N°7** Distribución de la salida de luz uniforme  
**Fuente:** Price R. et al. 2014.<sup>1</sup>



**Figura N°8** Distribución de la salida de luz predominante en el centro de la punta  
**Fuente:** Price R. et al. 2014.<sup>1</sup>



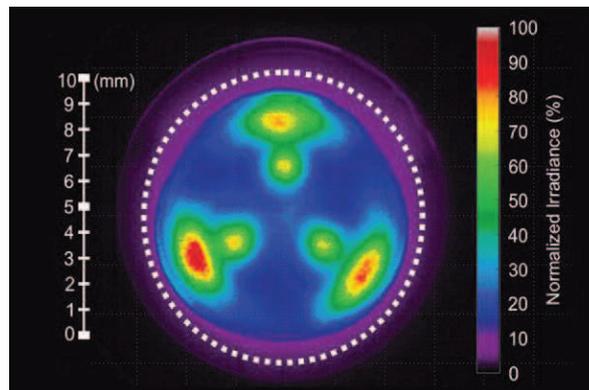
**Figura N°9** Distribución de la salida de luz de forma irregular  
**Fuente:** Price R. et al. 2014.<sup>1</sup>

Es de gran importancia conocer estos aspectos ya que por ejemplo, si un fabricante de resina recomienda utilizar al menos  $400 \text{ mW/cm}^2$  durante cuarenta segundos, significa que están recomendando que la resina deba recibir por lo menos  $16 \text{ J/cm}^2$ . Pero desafortunadamente, las lámparas de fotopolimerización sólo proporcionan la intensidad medida en la punta de salida de la luz de las unidades, dando poca información de la intensidad entregada a la superficie de la resina en el diente. Con uso de un radiómetro dental, los dentistas pueden medir la intensidad de radiación de su lámpara de fotocurado en distancias clínicamente relevantes, pero estos dispositivos son conocidos por no ser exactos puesto que sus valores son aproximados, esto se debe a que el radiómetro marca la intensidad del punto más alto de salida de luz, mientras que esta no será la intensidad proporcionada a lo largo de toda la restauración.<sup>14,17</sup>

Con esta información podemos explicar el valor mínimo de intensidad que tomamos en cuenta en esta investigación que es de  $600 \text{ mW/cm}^2$  descrito por el Dr. Price y el Dr. Strasslet,<sup>1,7,12</sup> para compensar la inexactitud del radiómetro en relación con la energía distribuida en la punta de la fibra. Aún cuando otros estudios de autores muy reconocidos a nivel mundial han partido de una intensidad de  $400 \text{ mW/cm}^2$ , hoy en día, gracias a estos aparatos de última tecnología, se ha logrado conocer la distribución de la intensidad y ser más exactos en la energía que se proporciona a las restauraciones.<sup>10,11</sup>

Existen varias preguntas para saber cómo realizar una fotopolimerización ideal. ¿Qué tipo de lámpara comprar? ¿Con qué cantidad de energía se debe fotopolimerizar? ¿Cuánto debe ser el tiempo de exposición? ¿Causa daños a los tejidos adyacentes esta luz? Son preguntas de la mayoría de los odontólogos. Las respuestas dependerán de varios factores como: el color de la resina, tipo de resina, espesor, color, traslucidez, composición de la partícula de relleno y ubicación de la restauración para determinar el valor de la energía necesaria para el éxito de las restauraciones.<sup>8,14,27</sup>

Hoy en día se utiliza un espectoradiómetro para medir con precisión la radiación recibida por la preparación de la cavidad.<sup>5,14</sup> Se han realizado estudios simulando restauraciones en cabezas de maniquí. Dando información de intensidad de luz, longitud de onda, y la energía radiante recibida por la restauración de resina, así mismo muestra en un monitor de ordenador y el usuario ve los resultados en tiempo real. Esto permite al usuario recibir información visual inmediata sobre los efectos de los cambios en la técnica de fotopolimerización.<sup>14,27</sup>

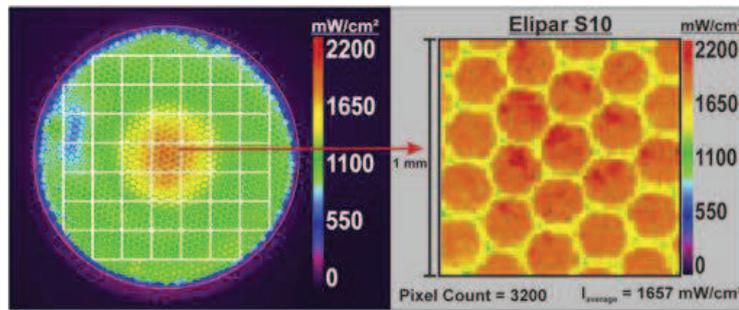


**Figura N°10** Ejemplo del haz de perfil de una lámpara de polimerización con la tabla de irradiancia.

**Fuente:** Price R. et al. 2014.<sup>1</sup>

En el gráfico de la figura 10, los puntos calientes (rojo, naranja y amarillo) proporcionan la mejor fotopolimerización y los puntos fríos son menos propensos a la fotopolimerización.

Si nuestro objetivo es de fotopolimerizar correctamente las resinas, no debemos pasarnos el tiempo de exposición, ya que algunas lámparas pueden llegar a temperaturas hasta de 80 grados en tan solo segundos, pudiendo ocasionar daños a la pulpa. Se recomienda al fotopolimerizar enfriar el diente para proteger la pulpa del calor, o que el operador espere 1 o 2 segundos cada 10 segundos de exposición, sobre todo en restauraciones clase V.<sup>1</sup>

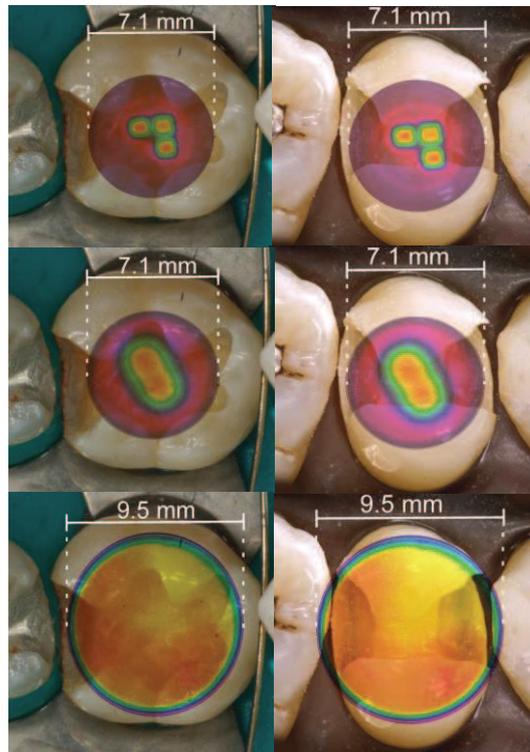


**Figura N° 11** Perfil del haz de luz de una Elipar S10 (izquierda), la barra vertical con código de color indica los valores de irradiancia.

**Fuente:** Labrie D. et al. 2014.<sup>14</sup>

### 2.7.1.3 Diámetro de la punta de la fibra

Es importante conocer el diámetro de la punta de la fibra por donde saldrá la luz hacia la restauración, esta medida debe ser mayor o igual a la restauración. Muchos operadores alejan la punta de la lámpara de la restauración logrando expandir la luz y abarcar toda la restauración, procedimiento que es incorrecto pues entre más distancia de la punta a la restauración disminuirá la intensidad que proporciona la unidad de fotocurado. Si el diámetro de nuestra unidad de fotopolimerización es menor que nuestra restauración debemos fotopolimerizar por partes abarcando así toda la superficie de la restauración lo más cerca posible.<sup>3</sup>



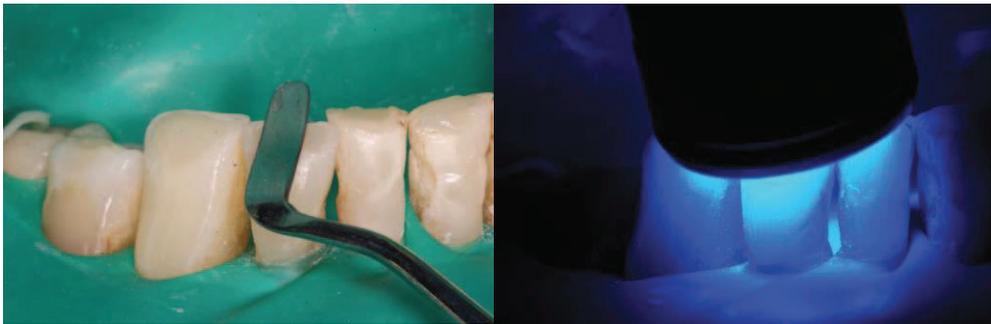
**Figura N° 12** Superposición de diámetro de fibra sobre el tamaño de la restauración  
**Fuente:** Price R. et al. 2014.<sup>1</sup>

## 2.7.2 Técnica del operador reduciendo la variabilidad en la Liberación de Luz

### 2.7.2.1 Orientación de la fibra y efecto en la distancia

La orientación que dé el operador al ubicar la punta de la lámpara sobre la restauración al fotopolimerizar es clave, siendo que existen casos de restauraciones con zonas de difícil acceso en la cavidad oral, por lo tanto la punta de la lámpara se convierte en un factor limitante para llegar a estas superficies.<sup>7</sup> Es el caso de una clase V poco profunda en un incisivo superior es más fácil irradiar que una clase II en un segundo molar.<sup>28,38</sup>

En algunas unidades de fotocurado la irradiación puede ser alta cerca de la punta pero disminuye rápidamente a medida que la distancia desde el extremo de la punta incrementa. En las restauraciones de resina compuesta, la mayoría fallan en la porción gingival por ser una región difícil de alcanzar con la lámpara de polimerización siendo más alejado de la punta de la luz. Los fabricantes deben proporcionar datos que informan de la salida o el rendimiento de la lámpara de fotopolimerización no sólo a 0 mm de distancia de la punta, sino también a otras distancias. Algunos fabricantes y los investigadores están empezando a ofrecer esta información.<sup>5</sup>



**Figura N° 13** Restauración de bordes incisales y correcta posición de la lámpara durante el proceso de fotopolimerización.

**Fuente:** Price R. et al. 2014.<sup>7</sup>

Otra de las causas es la apertura de la boca del paciente debido a que puede dificultar la colocación de la fibra para la correcta orientación de la luz, así mismo la posición de los dientes en la arcada o la superficie del diente que será restaurado. La angulación de la punta de la fibra debe ser considerada para que la luz llegue correctamente donde deseamos fotopolimerizar.

Las guías en las puntas de la lámpara de fotocurado también son consideradas factores que disminuyen la intensidad de luz hacia la restauración, por causa de la distancia que ocupa la guía entre la punta de la lámpara y la restauración.<sup>7,28,39</sup>

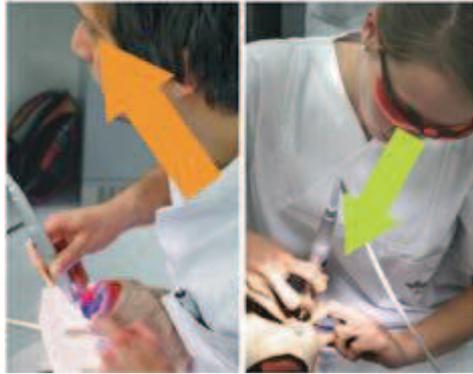
### **2.7.2.2 Protección visual**

La preocupación sobre la alta intensidad de las lámparas de fotocurado con relación a nuestro sistema ocular, ha dado paso a investigaciones en las cuales describen que debemos estar atentos y utilizar la protección adecuada tanto odontólogos como asistentes. El rango de longitud de onda más dañino es la azul, cerca de 440nm (longitud de onda de muchos led), la cual es absorbida por la retina causando daños inmediatos e irreversibles.<sup>7</sup>

El odontólogo tiene el deber de protegerse a sí mismo como al paciente y demás operadores de cualquier daño. El personal que utilizan las unidades de fotopolimerización a diario puede estar en riesgo de daño ocular debido a que la luz azul de las lámparas de fotocurado es particularmente dañina para los ojos, esta se transmite a través de medios oculares y es absorbida por la retina. Mientras que altos niveles de luz azul causan quemaduras en la retina inmediata e irreversiblemente, la exposición crónica a bajos niveles de luz azul puede provocar el envejecimiento acelerado de la retina y la degeneración. Esta lesión fotoquímica crónica en el epitelio de la retina y la coroides pigmentadas puede acelerar su degeneración macular asociada a la edad.<sup>5</sup>

Si un operador no lleva gafas naranjas de protección, y mira la punta de luz para el primer segundo de cada ciclo de curado antes de apartar la mirada, se necesitarían tan sólo siete ciclos de exposición de luz para superar el máximo nivel de exposición diaria, este tiempo es para individuos con fotosensibilidad normal; pacientes o personal dental que han tenido cirugía de cataratas o que están tomando medicamentos fotosensibilizantes tienen una mayor susceptibilidad a la luz azul y el daño de la retina puede ocurrir en un tiempo más corto.

El operador siempre debe usar protección adecuada para los ojos observando que la punta de la lámpara de curado se encuentre tan cerca y perpendicular a la restauración.<sup>5</sup>



**Figura N° 14** Prácticas de fotopolimerización con el uso de gafas protectoras.

**Fuente:** Federlin M. et al. 2014. <sup>14</sup>

Un estudio realizado en Alemania demostró que el uso de una técnica adecuada, incluida la posición correcta del paciente para mejorar el acceso y garantizar que la lámpara este posicionada de forma óptima durante todo el proceso de curado de luz, son factores críticos para el suministro de energía suficiente para una restauración.<sup>5</sup>

Debemos seguir los siguientes pasos al realizar nuestro procedimiento de polimerización física.

- Utilizar protección adecuada para los ojos.
- Mirar la preparación.
- Estabilizar la LFP con la mano lo más cerca posible a la restauración.
- Prestar mucha atención a lo que se realiza.<sup>14</sup>

### **2.7.2.3 Limpieza de las puntas y barreras de protección**

Las unidades de fotocurado pueden ser una fuente de contaminación cruzada. Algunas lámparas poseen guías de luz autoclavables, en otras lámparas se indica esterilizar en autoclave, pero esto puede afectar a la punta de la fibra causando disminución de salida de luz.<sup>7</sup> Además, algunas soluciones de desinfección puede reducir la capacidad de transmisión de luz.

Desde desinfectantes de superficies que pueden degradar con el tiempo, la caja de plástico de la unidad de curado, lentes, reflectores y guía de luz de fibra óptica, es por ello indispensable conocer y utilizar el desinfectante recomendado por el fabricante. Los botones de activación son particularmente difíciles de limpiar y pueden retener microbios entre el botón y el cuerpo la unidad de curado.<sup>5</sup>

Existen las barreras preformadas que se deslizan sobre la guía de luz, con la desventaja que no están estandarizadas para la transmisión de luz. Poniendo en primer lugar como barrera protectora ideal a los plásticos para alimentos, los cuales son altamente eficaces y de bajo costo.<sup>7</sup>

La desinfección de la fibra óptica es indispensable no sólo por la bioseguridad en nuestros procedimientos sino por los residuos de resina en la punta de la fibra óptica que disminuirán la intensidad generada por la unidad de fotocurado. Se recomienda usar bolitas de algodón embebidas en alcohol para limpiar la punta de la fibra óptica después de cada paciente. Una segunda opción es el uso de plástico en la fibra óptica y cambiarlo con cada paciente, en esta última la colocación debe ser sólo de un plástico, ya que su intensidad puede disminuir al aumentar el grosor. Como excelente alternativa tenemos el plástico usado para alimentos por su bajo costo y excelente resultados.<sup>5,7</sup>

La esterilización de la fibra de la lámpara se debe realizar en autoclave una vez que se lo haya desinfectado correctamente y no posea residuos de ningún tipo.<sup>18</sup>



**Figura N° 15** Residuos en la punta de la fibra de la lámpara de fotopolimerización

**Fuente:** Price R. et al. 2104.<sup>7</sup>



**Figura N° 16** Colocación de barrera protectora durante la fotopolimerización

**Fuente:** Price R. et al.2014.<sup>7</sup>

### 2.7.3 Características de la Restauración

Se refiere a la ubicación, tamaño y profundidad de las cavidades con relación a la punta de la fibra óptica,<sup>7</sup> tomando en cuenta que la cantidad de resina máxima a colocar es de 2 mm, si esta cantidad es mayor no será fotopolimerizada a profundidad.<sup>8,25</sup>

El color del material no puede pasarse por alto, debemos considerar que los tonos más oscuros y opacos requerirán de mayor tiempo de exposición o se

debe colocar capas más delgadas para lograr una polimerización completa.<sup>36</sup>

Así mismo la composición del material tiene gran importancia, entre más cantidad de matriz orgánica posea mayor energía requiere. Este es el caso de las resinas fluidas.<sup>7,25</sup>

#### **2.7.4 Energía requerida de las resinas compuestas para una adecuada fotopolimerización**

La energía requerida para una restauración está en un rango de 16 a 24 J/cm<sup>2</sup>.<sup>1,8,14,20</sup> Cada marca de resina compuesta y todos los matices de esa marca tiene diferentes requerimientos de energía para polimerizar el material. Sin embargo, la mayoría de los fabricantes no especifican cual es la energía necesaria para fotopolimerizar su resina.<sup>7,20,40</sup>

Con la actual generación de materiales compuestos, se sabe que el aumento del tiempo de fotocurado puede asegurar la polimerización adecuada, siempre y cuando no se exceda del tiempo ya que como se mencionó puede causar daños a los tejidos por el exceso del calor. Hay algunas pautas que pueden ser útiles en la selección de los tiempos de curado como tonos más opacos y tonos más oscuros de las resinas, así como también la composición de la misma.<sup>7,25</sup>

## **2.8 Otros factores**

### **2.8.1 Control de la luz de fotocurado y mantenimiento para asegurar una fotopolimerización óptima.**

Es importante un funcionamiento ideal de la lámpara de fotocurado, por lo que deben realizarse evaluaciones rutinarias verificando la cantidad y la calidad de la luz. A medida que se prolonga el tiempo en el fotocurado la intensidad de la lámpara deberá ser la misma, no puede haber disminución por causas como: degradación de la bombilla en el caso de las lámparas halógenas, fracturas en la fibra óptica o residuos de resina en punta de la fibra.<sup>7,14</sup>

### **2.8.2 Peligros de entrega de grandes cantidades de energía**

Fotopolimerizar una restauración proporciona energía para el diente y para los tejidos orales que se encuentran alrededor, causando también un aumento de la temperatura en estas áreas, pero este aumento de temperatura es a menudo pasado por alto. Se ha evaluado sobre el aumento de temperatura en la cámara pulpar de un diente extraído (molar) y se informó de que la temperatura aumenta con tiempos de exposición más largos y, este se puede minimizar dirigiendo una corriente de aire mientras se realiza la fotopolimerización.<sup>5,37,41</sup> La temperatura generada dependerá de la intensidad de la unidad de curado y del tiempo de exposición.<sup>24,37</sup>

En 2012, se reportaron tres casos clínicos en los que una lámpara de polimerización LED quemó los labios de pacientes, debido a que los pacientes fueron anestesiados, las quemaduras de tejidos blandos sólo fueron reconocidos después de haber concluido el tratamiento. También se

informó de que la presencia de un dique de goma no ofreció una protección significativa a los tejidos blandos. Los autores recomendaron que la unidad de fotopolimerización debe activarse sólo sobre el material restaurador. También recomendaron colocar una gasa bajo el dique de goma para reducir el calentamiento de los tejidos blandos debajo del dique de goma, esto puede ser difícil de lograr cuando el margen de la cavidad está cerca de los tejidos gingivales tales como en cavidades clase V, o la caja proximal de una restauración Clase II.<sup>5,42</sup>

## **3 MATERIALES Y MÉTODOS**

### **3.1 Materiales**

#### **3.1.1 Lugar de la investigación**

El estudio se realizó en los servicios odontológicos privados de los sectores de Urdesa, Kennedy y Alborada de la ciudad de Guayaquil.

#### **3.1.2 Periodo de la investigación**

El trabajo de investigación se realizó en el periodo comprendido entre el mes de mayo hasta el mes de agosto del 2014.

#### **3.1.3 Recursos empleados**

##### **3.1.3.1 Recursos humanos**

- Investigador:

Mayra Romero Ulloa.

- Tutor del Trabajo de Titulación:

Dra. Leticia Peña de Donoso

- Coordinador de Trabajo de Titulación:

Dra. María Angélica Terreros, M.S.C.

- Asesores en estadística:

Dr. Diego Vásquez

Ing. Paul Ulloa

- Asesores en metodología de la investigación:

Dra. Zaida Romero

### **3.1.3.2 Recursos físicos**

- Radiómetro
- Gafas protectoras
- Alcohol
- Gasas
- Desinfectante en gel
- Carpetas
- Hoja de registro general
- Hoja de consentimiento informado
- Hoja de encuesta
- Bolígrafos

### **3.1.4 Universo:**

El universo de este estudio se conformó por todas las unidades de fotopolimerización en los servicios odontológicos privados visitados en los sectores de Urdesa, Kennedy y Alborada de la ciudad de Guayaquil. Se desconoce la cantidad de lámparas de fotocurado en este sector.

### **3.1.5 Muestra:**

Formaron parte del estudio 92 unidades de fotopolimerización, dando una muestra de (n=92).

#### **3.1.5.1 Criterios de inclusión:**

- Lámparas de fotopolimerización que se encontraban en los servicios odontológicos privados visitados.
- Lámparas de fotopolimerización que fueron autorizadas por las personas encargadas de los servicios odontológicos privados visitados.

#### **3.1.5.2 Criterios de exclusión:**

No se excluyó ninguna lámpara de fotopolimerización que esté siendo utilizada por el operador en los servicios odontológicos privados visitados.

#### **3.1.5.3 Criterios de eliminación:**

Se eliminó de este estudio lo siguiente:

- Lámparas de fotopolimerización que no se encontraban en los servicios odontológicos privados visitados.
- Lámparas de fotopolimerización que no se utilizaban debido a que se encontraban en mal estado a criterio del operador.

## **3.2 Métodos:**

### **3.2.1 Tipo de investigación:**

Fue un estudio clínico de tipo transversal realizado a 92 unidades de lámparas de fotopolimerización y a los operadores de las mismas en los servicios odontológicos privados de los sectores de Urdesa, Kennedy y Alborada en la ciudad de Guayaquil.

### **3.2.2 Diseño de investigación:**

Fue un estudio de tipo analítico y descriptivo donde:

- Se midió la intensidad de luz de las lámparas de fotopolimerización.
- Se observó: el tipo de lámpara de fotopolimerización, marca y modelo de la misma, si existían residuos en las puntas de las lámparas y si los operadores utilizaban barreras de protección en las mismas.
- Se preguntó mediante una encuesta el tiempo de fotocurado, la frecuencia de uso diario y el tiempo de compra de la lámpara de fotopolimerización.

#### **3.2.2.1 Procedimientos**

1. Se contactó a la empresa 3M, la cual nos facilitó el radiómetro que se utilizó para la medición de las intensidades de luz de las lámparas de fotocurado.

2. Se diseñó una hoja de registro, consentimiento informado y una encuesta para el respectivo estudio.
3. Una vez obtenido el radiómetro y aprobadas las hojas de registro, consentimiento informado y encuesta por parte de la tutora de este trabajo, se coordinó fechas para las visitas a los servicios odontológicos privados en los sectores de Urdesa, Kennedy y Alborada de la ciudad de Guayaquil.
4. Se procedió a realizar el estudio descriptivo y analítico de tipo transversal.
5. Se visitó a los servicios odontológicos privados donde se realizaron los siguientes pasos:
  - Pedir autorización para realizar la investigación a las personas encargadas de los servicios odontológicos privados mediante una carta de consentimiento informado.
  - Se detalló en la hoja de registro datos generales del consultorio visitado.
  - Se procedió a registrar el tipo de lámpara, marca comercial, modelo de lámpara y si la fibra óptica se encontraba con residuos.
  - Con la ayuda del radiómetro se realizaron tres mediciones de la intensidad de luz de cada lámpara de fotocurado.
  - Se preguntó al operador de la lámpara ¿Qué tiempo fotocura cada porción de resina?, ¿Con qué frecuencia usa su lámpara a diario? y ¿Hace qué tiempo compró su lámpara?
  - Si existía alguna información que se necesitaba tomarla en cuenta, se anotaba en un cuadro de observación al final de la encuesta.
6. El operador usó gafas protectoras durante la medición de la intensidad de luz de las lámparas de fotocurado.

7. Después de cada registro se procedía a limpiar con una gasa embebida en alcohol la parte activa del radiómetro y se utilizaba desinfectante de gel para las manos.

### **3.2.2.2 Análisis estadístico**

El análisis estadístico se realizó con el programa SPSS y STATA versión 11.

Para analizar variables de intensidad y tiempo se utilizaron tablas y gráficos de histograma de tipo univariado. Además una tabla cruzada de tipo bivariado para analizar rangos de intensidad vs la marca de las lámparas de fotopolimerización. La energía total se analizó utilizando una tabla agrupada y un gráfico de histograma. Así mismo, para analizar la presencia de residuos en la punta de la fibra y la colocación de barreras de protección en las lámparas de fotopolimerización se utilizaron gráficos en barras.

## 4 RESULTADOS

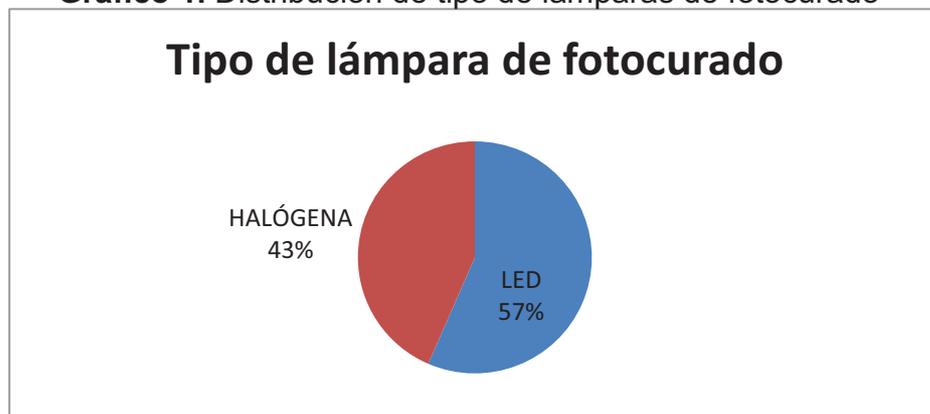
### 4.1 Intensidad de luz de Lámparas de Fotocurado

**Tabla 1.** Distribución de tipo de lámparas de fotocurado

Tipo de lámpara de fotocurado		
LED	HALÓGENA	TOTAL
52	40	92
57%	43%	100%

**Fuente:** Servicios odontológicos privados; Urdesa, Kennedy y Alborada

**Gráfico 1.** Distribución de tipo de lámparas de fotocurado



**Análisis y discusión.-** La muestra estuvo constituida por 92 lámparas de fotocurado, de las cuales el 57% fueron LED y el 43% fueron halógenas.

### 4.1.1 Promedio y Frecuencia de la intensidad de luz de LFP

**Tabla 2.** Promedio de la intensidad de luz de las lámparas de fotocurado

Promedio de intensidad de luz		
<b>N</b>	<b>Válidos</b>	92 LFP
	<b>Perdidos</b>	0
<b>Media</b>		421 mW/cm <sup>2</sup>
<b>Mediana</b>		395 mW/cm <sup>2</sup>

**Fuente:** Servicios odontológicos privados; Urdesa, Kennedy y Alborada

**Tabla 3.** Frecuencia de intensidad de luz de lámparas de fotocurado

Frecuencia de intensidad (agrupado)				
	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Porcentaje válido</b>	<b>Porcentaje acumulado</b>
<b>&lt; 200 mW/cm<sup>2</sup></b>	14 LFP	15%	15%	15%
<b>200 – 399 mW/cm<sup>2</sup></b>	35 LFP	38%	38%	53%
<b>400 – 599 mW/cm<sup>2</sup></b>	22 LFP	24%	24%	77%
<b>600 – 799 mW/cm<sup>2</sup></b>	12 LFP	13%	13%	90%
<b>800 mW/cm<sup>2</sup></b>	9 LFP	10%	10%	100%
<b>Total</b>	92 LFP	100%	100%	

**Fuente:** Servicios odontológicos privados; Urdesa, Kennedy y Alborada

**Gráfico 2.** Diagrama de cajas de la intensidad de luz de LFP halógenas y LED



**Fuente:** Servicios odontológicos privados; Urdesa, Kennedy y Alborada

**Análisis y Discusión.-** La intensidad promedio de las LFP medidas en el estudio fue de 421 mW/cm<sup>2</sup>. El 15% de la muestra tuvo intensidades menos de 200 mW/cm<sup>2</sup>, el 38% entre 200 mW/cm<sup>2</sup> y 399 mW/cm<sup>2</sup>, el 24% entre 400 mW/cm<sup>2</sup> y 599 mW/cm<sup>2</sup>, el 13% entre 600 mW/cm<sup>2</sup> y 799 mW/cm<sup>2</sup>, el 10% más de 800 mW/cm<sup>2</sup>.

A pesar de que autores como Baratieri<sup>1</sup>, Masioli, Cols<sup>2</sup> y Henostroza<sup>7</sup> afirman que la intensidad mínima de las LFP es de 400 mW/cm<sup>2</sup>, hemos tomado en cuenta estudios recientes realizados por los autores Price, Strassler, Federlin y otros más,<sup>3,4,12,34</sup> en donde se afirma que la intensidad mínima que debe poseer una LFP es de 600mW/cm<sup>2</sup>, partiendo de esto los resultados indican que solamente el 23% de las lámparas que fueron medidas cumplieron con la intensidad necesaria para una correcta foropolimerización, coincidiendo con porcentajes bajos en estudios realizados en Canadá en el 2012,<sup>4</sup> India<sup>15</sup> y en Colombia en el 2009.<sup>6</sup>

#### 4.1.1.1 Promedio y Frecuencia de la intensidad de luz de LFP LED

**Tabla 4.** Promedio de la intensidad de luz de LFP LED

Promedio de intensidad LFP LED		
<b>N</b>	<b>Válidos</b>	52 LFP
	<b>Perdidos</b>	0
<b>Media</b>		517 mW/ cm <sup>2</sup>
<b>Mediana</b>		558 mW/cm <sup>2</sup>

**Fuente:** Servicios odontológicos privados; Urdesa, Kennedy y Alborada

**Tabla 5.** Frecuencia de intensidad de luz de lámparas de fotocurado LED

Promedio de intensidad LED (agrupado)				
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
< 200 mW/cm <sup>2</sup>	6 LFP	12 %	12%	12%
200 – 399 mW/cm <sup>2</sup>	11 LFP	21%	21%	33%
400 – 599 mW/cm <sup>2</sup>	14 LFP	27%	27%	60%
600 – 799 mW/cm <sup>2</sup>	12 LFP	23%	23%	83%
800+ mW/cm <sup>2</sup>	9 LFP	17%	17%	100%
<b>Total</b>	52 LFP	100%	100%	

**Fuente:** Servicios odontológicos privados; Urdesa, Kennedy y Alborada

**Análisis y discusión.-** La intensidad promedio de las LFP LED medidas en el estudio es de 517 mW/cm<sup>2</sup>. El 12% de la muestra tuvo intensidades menores de 200 mW/cm<sup>2</sup>, el 21% entre 200 mW/cm<sup>2</sup> y 399 mW/cm<sup>2</sup>, el 27% entre 400 mW/cm<sup>2</sup> y 599 mW/cm<sup>2</sup>, el 23% entre 600 mW/cm<sup>2</sup> y 799 mW/cm<sup>2</sup>, el 17% más de 800 mW/cm<sup>2</sup>.

Por lo tanto, solamente el 40% de las LFP LED están cumpliendo con sus intensidades adecuadas, teniendo un resultado superior de un estudio en el 2009 en Maharastra India el cual confirma que solamente el 10% de las LFP LED cumplieron con las intensidades adecuadas <sup>15</sup>, caso contrario sucedió en una investigación en Estados Unidos en el 2007 cuyos resultados si cumplieron las intensidades necesarias.<sup>35</sup>

#### 4.1.1.2 Promedio y Frecuencia de la intensidad de luz de LFP Halógena

**Tabla 6.** Promedio de intensidad de luz de lámparas de fotocurado Halógena

Promedio de intensidad halógenas		
N	Válidos	40 LFP
	Perdidos	0
	Media	296 mW/cm <sup>2</sup>
	Mediana	309 mW/cm <sup>2</sup>

Fuente: Servicios odontológicos privados; Urdesa, Kennedy y Alborada

Tabla 7. Frecuencia de intensidad de luz de lámparas de fotocurado Halógena

Frecuencia de intensidad halógenas (agrupado)				
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
< 200 mW/cm <sup>2</sup>	8 LFP	20%	20%	20%
200 – 399 mW/cm <sup>2</sup>	24 LFP	60%	60%	80%
400 – 599 mW/cm <sup>2</sup>	8 LFP	20%	20%	100%
<b>Total</b>	40 LFP	100%	100%	

Fuente: Servicios odontológicos privados; Urdesa, Kennedy y Alborada

**Análisis y discusión.-** La intensidad promedio de las LFP halógenas medidas en el estudio fue de 296 mW/cm<sup>2</sup>. El 20% de la muestra tuvo intensidades menos de 200 mW/cm<sup>2</sup>, el 60% entre 200 mW/cm<sup>2</sup> y 399 mW/cm<sup>2</sup> y el 20% entre 400 mW/cm<sup>2</sup> y 599 mW/cm<sup>2</sup>.

Por lo tanto ninguna LFP halógena que fue medida en el estudio cumplió con la intensidad adecuada para una correcta fotopolimerización, coincidiendo con estudios en Costa Rica en el 2008,<sup>22</sup> en India<sup>15</sup> y en Lima en el 2009.

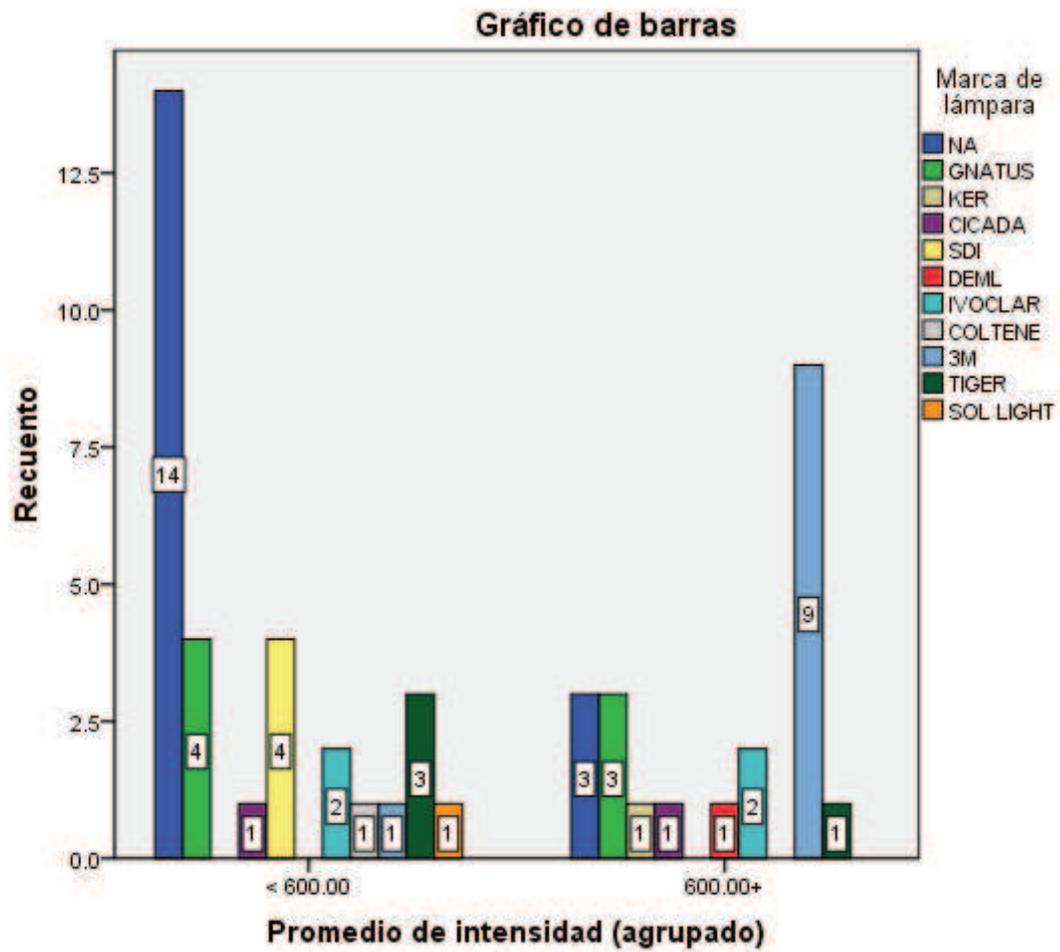
#### 4.1.2 Frecuencia de intensidad de luz de LFP de acuerdo a su marca

**Tabla 8.** Frecuencia de intensidad de luz de LFP LED de acuerdo a su marca

Tabla de contingencia Promedio de intensidad LED (agrupado) * Marca de lámpara													
		Marca de lámpara											
		NA	Gnatus	Kerr	Cicada	SDI	DEML	Ivoclar	Coltene	3M	Tiger	Sol Light	Total
<b>&lt; 600</b> mW/cm <sup>2</sup>	<b>Recuento</b>	14	4	0	1	4	0	2	1	1	3	1	31
	<b>% dentro de Marca LFP</b>	82%	57%	0%	50%	100%	0%	50%	100%	10%	75%	100%	60%
<b>600.00</b> mW/cm <sup>2</sup>	<b>Recuento</b>	3	3	1	1	0	1	2	0	9	1	0	21
	<b>% dentro de Marca LFP</b>	18%	43%	100%	50%	0%	100%	50%	0%	90%	25%	0%	40%
<b>+</b>													
	<b>Recuento</b>	17	7	1	2	4	1	4	1	10	4	1	52
	<b>% dentro de Marca LFP</b>	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

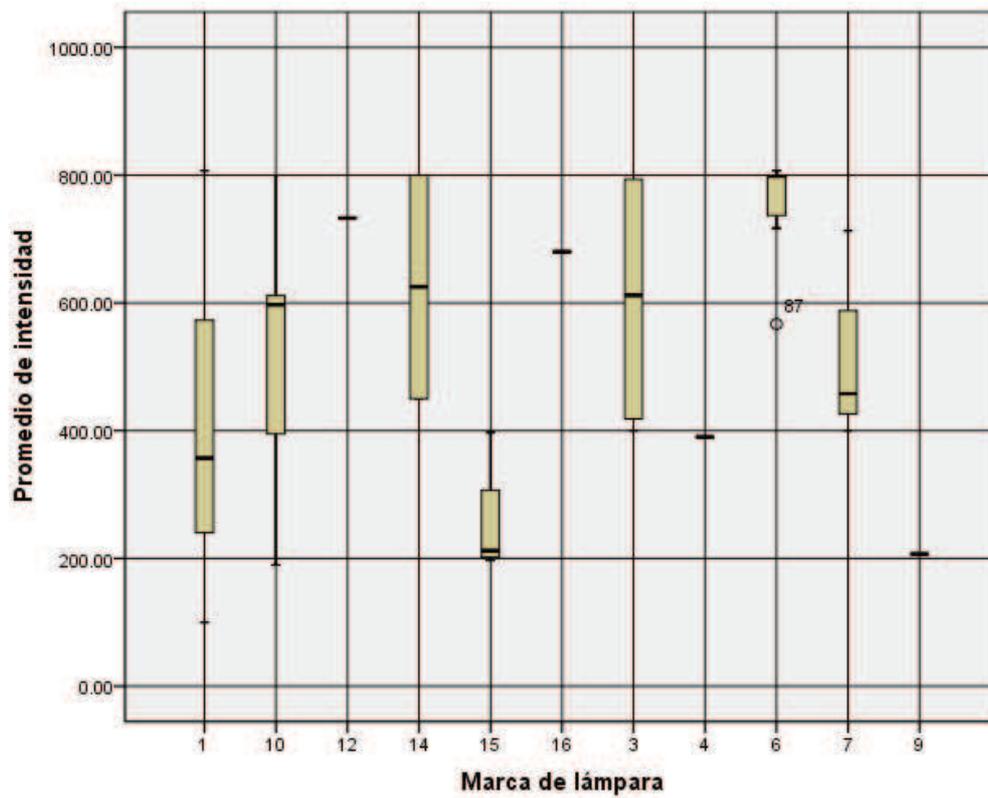
**Fuente:** Servicios odontológicos privados; Urdesa, Kennedy y Alborada

**Gráfico 3.** Frecuencia de intensidad de luz de LFP de acuerdo a su marca



**Fuente:** Servicios odontológicos privados; Urdesa, Kennedy y Alborada

**Gráfico 4.** Diagrama de cajas de la intensidad de luz de LFP LED



**Fuente:** Servicios odontológicos privados; Urdesa, Kennedy y Alborada

1	NA
10	GNATUS
11	DENSPLAY
12	KERR
13	DENTAMERICA
14	CICADA
15	SDI
16	DEML
3	IVOCLAR
4	COLTENE
6	3M
7	TIGER
9	SOL LIGHT

**Análisis y discusión.-** En la tabla y gráficos de intensidades de acuerdo a su marca, podemos observar lo siguiente:

De las marcas desconocidas el 82% tuvieron intensidades menos de 600 mW/cm<sup>2</sup> y el 18% intensidades mayores a 600 mW/cm<sup>2</sup>. Con un rango entre 100 mW/cm<sup>2</sup> y 806 mW/cm<sup>2</sup>.

De la marca Gnatus el 57% tuvieron intensidades menores a 600 mW/cm<sup>2</sup> y el 43% intensidades mayores a 600 mW/cm<sup>2</sup>. Con un rango entre 190 mW/cm<sup>2</sup> y 800 mW/cm<sup>2</sup>.

De la marca Kerr el 100% tuvieron intensidades mayores a 600 mW/cm<sup>2</sup>. Con la medición de una sola lámpara con 733 mW/cm<sup>2</sup>.

De la marca SDI el 100% tuvieron intensidades menores a 600 mW/cm<sup>2</sup>. Con un rango entre 197 mW/cm<sup>2</sup> y 397 mW/cm<sup>2</sup>.

De la marca DEML el 100% tuvieron intensidades mayores a 600 mW/cm<sup>2</sup>. Con la medición de una sola lámpara con 780 mW/cm<sup>2</sup>.

De la marca Ivoclar el 50% tuvieron intensidades menores a 600 mW/cm<sup>2</sup> y el otro 50% intensidades mayores a 600 mW/cm<sup>2</sup>. Con un rango entre 400mW/cm<sup>2</sup> y 800 mW/cm<sup>2</sup>.

De la marca Coltene el 100% tuvieron intensidades menores a 600 mW/cm<sup>2</sup>. Con la medición de una sola lámpara con 390 mW/cm<sup>2</sup>.

De la marca 3M el 10% tuvieron intensidades menores a 600 mW/cm<sup>2</sup> y el 90% intensidades mayores a 600 mW/cm<sup>2</sup>. Con un rango entre 716 mW/cm<sup>2</sup> y 806 mW/cm<sup>2</sup>. Una sola lámpara estaba fuera de rango midiendo 570 mW/cm<sup>2</sup> por lo que se asume que se encontraba con alguna falla.

De la marca Tiger el 75% tuvieron intensidades menores a 600 mW/cm<sup>2</sup> y el 25% intensidades mayores a 600 mW/cm<sup>2</sup>. Con un rango entre 400mW/cm<sup>2</sup> y 713 mW/cm<sup>2</sup>.

De la marca Sol Light el 100% tuvieron intensidades menores a 600 mW/cm<sup>2</sup>. Con la medición de una sola lámpara con 207 mW/cm<sup>2</sup>.

Además podemos analizar que las marcas desconocidas son las más usadas en los servicios odontológicos privados en estos sectores, seguidos por la marca 3M, la cual demostró un alto porcentaje de confiabilidad.

## 4.2 Tiempo de fotocurado

### 4.2.1 Promedio y frecuencia de tiempo de fotocurado

**Tabla 9.** Promedio de tiempo de fotocurado

<b>Tiempo de Fotocurado</b>		
<b>N</b>	<b>Válidos</b>	92 LFP
	<b>Perdidos</b>	0
<b>Media</b>		27 s
<b>Mediana</b>		25 s

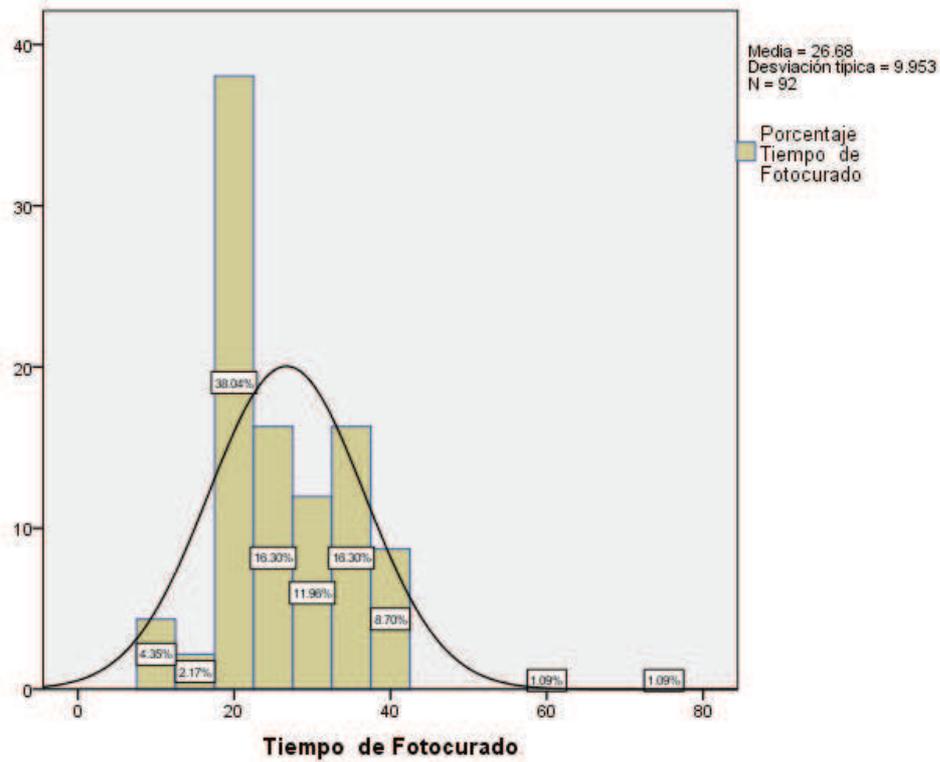
**Fuente:** Servicios odontológicos privados; Urdesa, Kennedy y Alborada

**Tabla 10.** Frecuencia de tiempo de fotocurado

<b>Tiempo de Fotocurado</b>				
	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Porcentaje válido</b>	<b>Porcentaje acumulado</b>
<b>10s</b>	4 LFP	4%	4%	4%
<b>15s</b>	2 LFP	2%	2%	7%
<b>20s</b>	35 LFP	38%	38%	43%
<b>25s</b>	15 LFP	16%	16%	61%
<b>30s</b>	11 LFP	12%	12%	73%
<b>35s</b>	15 LFP	16%	16%	89%
<b>40s</b>	8 LFP	9%	9%	98%
<b>60s</b>	1 LFP	1%	1%	99%
<b>75s</b>	1 LFP	1%	1%	100%
<b>Total</b>	92 LFP	100%	100%	

**Fuente:** Servicios odontológicos privados; Urdesa, Kennedy y Alborada

**Gráfico 5.** Histograma de frecuencia de tiempo de fotocurado



**Fuente:** Servicios odontológicos privados; Urdesa, Kennedy y Alborada

**Análisis y discusión.-** El tiempo promedio de fotocurado con las LFP en el estudio fue de 27 segundos. El 4% de la muestra fotopolimerizaba 10 segundos, el 2% fotopolimerizaba 15 segundos, el 38% fotopolimerizaba 20 segundos, el 16% fotopolimerizaba con 25 segundos, el 12% fotopolimerizaba 30 segundos, el 16% de la muestra fotopolimerizaba 35 segundos, el 9% fotopolimerizaba 40 segundos, el 1% fotopolimerizaba 60 segundos y el último 1% fotopolimerizaba 75 segundos. Siendo el mayor porcentaje de tiempo con que fotopolimerizan las restauraciones directas de resina compuesta con 35 segundos. Además podemos observar en el histograma una curva uniforme, la cual nos indica que son tiempos muy aproximados.

## 4.3 Energía total

### 4.3.1 Promedio y Frecuencia de la energía total

Tabla 11. Promedio de la energía total

Promedio de Energía total		
<b>Energía total</b>		
<b>N</b>	<b>Válidos</b>	92 LFP
	<b>Perdidos</b>	0
<b>Media</b>		11 J/cm <sup>2</sup>
<b>Mediana</b>		10 J/cm <sup>2</sup>
<b>Mínimo</b>		2 J/cm <sup>2</sup>
<b>Máximo</b>		32 J/cm <sup>2</sup>

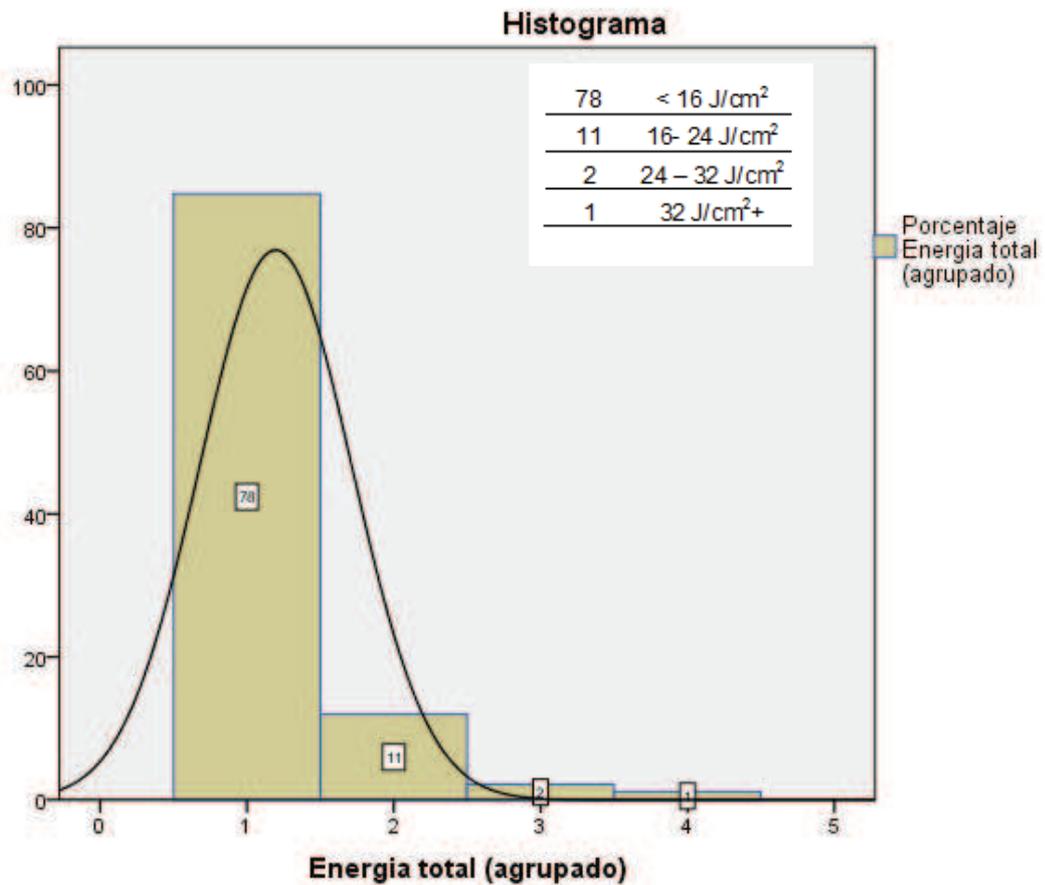
Fuente: Servicios odontológicos privados; Urdesa, Kennedy y Alborada

Tabla 12. Frecuencia de energía total

Energía total (agrupado)				
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
< 16 J/cm <sup>2</sup>	78 LFP	85%	85%	85%
16- 24 J/cm <sup>2</sup>	11 LFP	12%	12%	97%
24 – 32 J/cm <sup>2</sup>	2 LFP	2%	2%	99%
32 J/cm <sup>2</sup> +	1 LFP	1%	1%	100%
<b>Total</b>	92 LFP	100%	100%	

Fuente: Servicios odontológicos privados; Urdesa, Kennedy y Alborada

**Gráfico 6.** Histograma de energía total agrupado



**Fuente:** Servicios odontológicos privados; Urdesa, Kennedy y Alborada

**Análisis y discusión.-** La energía promedio de las LFP de este estudio es de 10 J/cm<sup>2</sup>. La energía mínima que fotopolimerizan las restauraciones es de 2 J/cm<sup>2</sup> y la energía máxima es de 32 J/cm<sup>2</sup>.

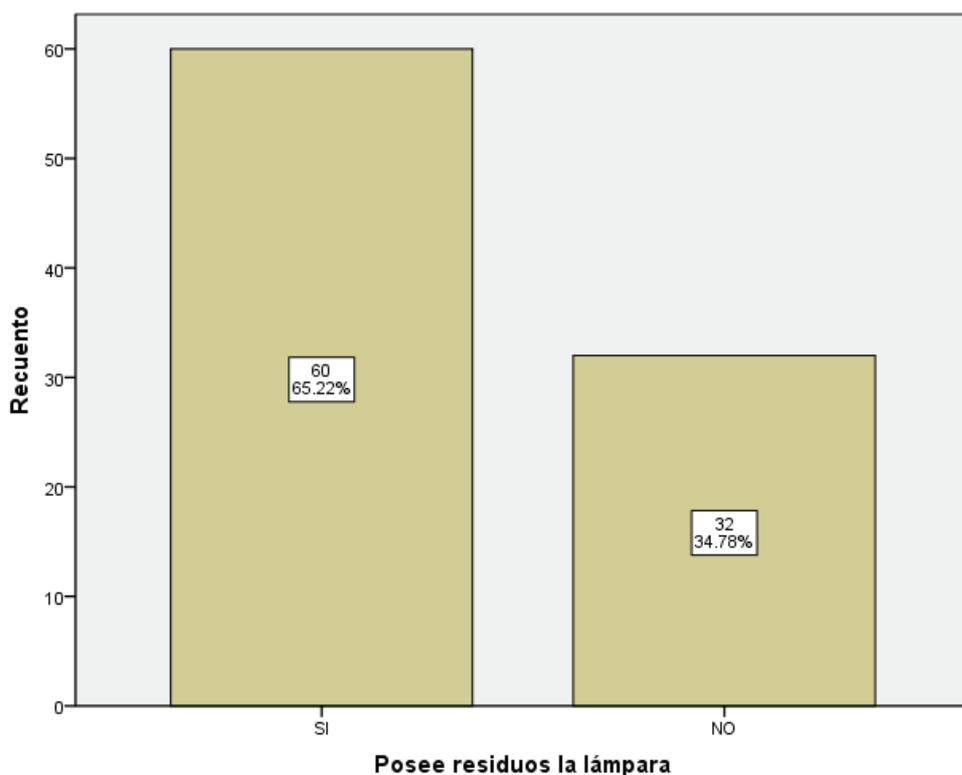
El 85% de la muestra fotopolimeriza las restauraciones con una energía menos de 16J/cm<sup>2</sup>, el 12% fotopolimeriza entre 16J/cm<sup>2</sup> y 24J/cm<sup>2</sup> y el 3% con energías mayores de 32J /cm<sup>2</sup>.

Por lo tanto sólo el 12% está cumpliendo con una energía adecuada y un 3% está emitiendo una energía que sale de los estándares mencionados pudiendo causar daño en los tejidos dentarios.

#### 4.4 Residuos de resina en la punta y uso de barreras de protección en LFP

##### 4.4.1 Frecuencia de LFP que poseen residuos

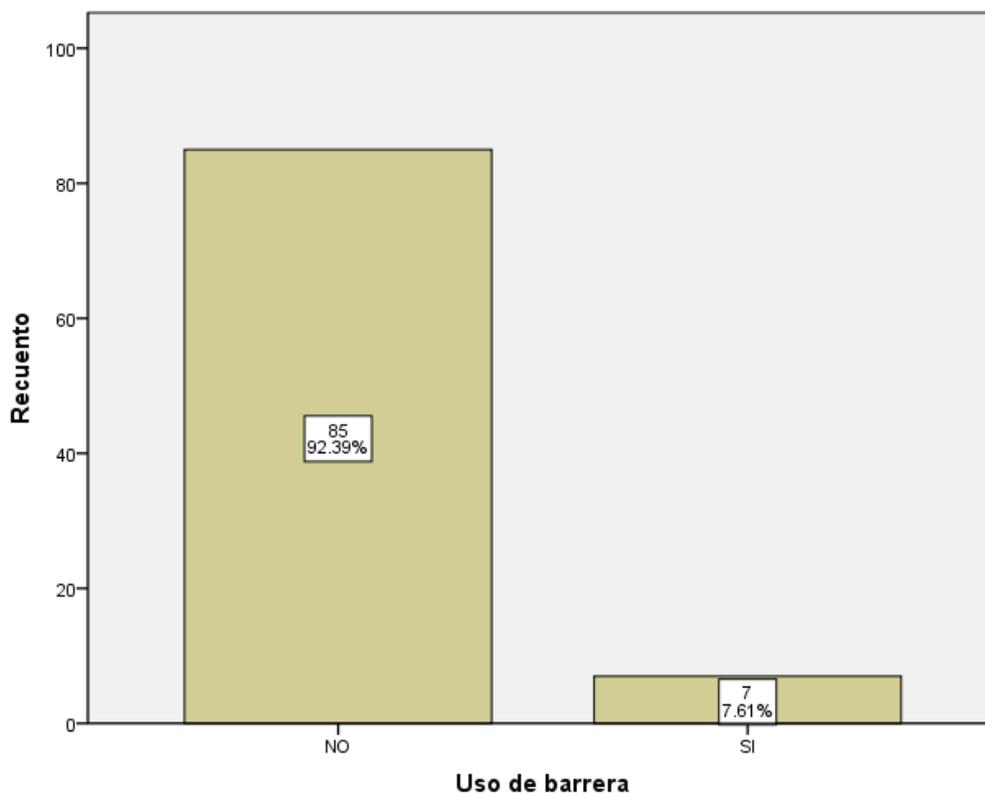
**Gráfico 7.** Frecuencia de LFP que poseen residuos



**Fuente:** Servicios odontológicos privados; Urdesa, Kennedy y Alborada

#### 4.4.2 Frecuencia de LFP que usan barreras de protección

Gráfico 8. Frecuencia de LFP que usan barreras



Fuente: Servicios odontológicos privados; Urdesa, Kennedy y Alborada

**Análisis y discusión.-** La cantidad de LFP de este estudio que poseían residuos en la punta de la fibra es del 65% y el otro 32% no poseía residuos, coincidiendo con un estudio en Colombia en el 2011<sup>6</sup> en donde en un gran porcentaje se encontraron residuos de resina en la punta de la fibra de las LFP.

En este estudio en solamente el 8% de las LFP se encontraron barreras de protección. Por lo tanto el 24% de las lámparas usan algún tipo de desinfectante para su limpieza.

## 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1 Conclusiones

Una de las posibles causas de fracaso de las restauraciones directas con resinas compuestas es la mala práctica de la fotopolimerización, el desconocimiento de este procedimiento por parte de los operadores es casi completo, siendo una situación de gran importancia y alerta para todos los estudiantes y profesionales en odontología.

La intensidad promedio que emiten las lámparas en los servicios odontológicos de los sectores de Urdesa, Kennedy y Alborada de la Ciudad de Guayaquil es de  $421\text{mW/cm}^2$ , solamente el 23% de las lámparas de fotopolimerización cumplieron con la intensidad correcta de un mínimo de  $600\text{mW/cm}^2$ . Cabe recalcar que en este grupo se encontraban únicamente lámparas LED, ninguna lámpara halógena llegó al mínimo de intensidad necesitada, quedando por medio de este estudio descartada la utilización de este tipo de lámparas, excepto en los casos de asegurarnos que su intensidad sea correcta. Entre las lámparas más usadas por los operadores de los servicios odontológicos se encuentran las marcas desconocidas siguiendo a las lámparas de marca 3M. La intensidad de las lámparas 3M fueron confiables únicamente en las lámparas tipo LED. Es así como podemos afirmar, que el 77% de las lámparas de fotocurado que están siendo utilizadas en estos sectores de la Ciudad de Guayaquil no cumplen con la intensidad necesaria para una adecuada fotopolimerización.

El promedio de tiempo de exposición de luz para cada porción de resina compuesta en las restauraciones directas es de 27 segundos. El tiempo registrado en las encuestas nos permitió obtener la energía total con que están

siendo fotocuradas las restauraciones directas en estos sectores. Ningún operador conocía el tiempo ideal de fotocurado que debía utilizar de acuerdo a su lámpara. El 38% de operadores usan 20 segundos para fotopolimerizar cada porción de resina compuesta directa.

Por otro lado, el promedio de energía total que están utilizando los operadores de los servicios odontológicos es de  $11\text{J}/\text{cm}^2$ . Solamente el 12% está emanando la energía necesaria para sus restauraciones, un 3% utiliza energías superiores al rango recomendado (entre  $16\text{J}/\text{cm}^2$  y  $24\text{J}/\text{cm}^2$ ), probablemente causando daños a los tejidos dentarios.

También, el mantenimiento adecuado de las lámparas de fotopolimerización se convierte en otro problema, solo el 35% de las lámparas de fotopolimerización no presentaron residuos en la punta de la fibra y tan solo el 8% presentaron barreras de protección. Esto quiere decir que un 27% de lámparas de fotocurado están siendo limpiadas con algún tipo de desinfectante. Podemos concluir con esto que los residuos en las puntas de las lámparas es un factor influyente en la disminución de energía de estas unidades. Durante el estudio se pudo comprobar que los residuos en la fibra pueden disminuir hasta  $100\text{mW}/\text{cm}^2$ , cuando se demostró con dos lámparas alcanzar una intensidad de luz mayor a la primera medición después de limpiar los residuos de resina con bolitas de algodón embebidas en alcohol. Es así como estos residuos no solo afectan en la contaminación cruzada sino también con una significativa disminución de la intensidad.

Finalmente, podemos concluir que en los servicios odontológicos privados de los sectores de Urdesa, Kennedy y Alborada de la ciudad de Guayaquil no se está cumpliendo con una eficiente fotopolimerización de las restauraciones directas de resinas compuestas.

## **5.2 Recomendaciones**

Se recomienda continuar con este estudio abarcando toda la ciudad de Guayaquil, esperando que con el avance de la tecnología se pueda obtener el espectoradiómetro para estudios más exactos de las lámparas de fotopolimerización.

Además, utilizar las variables de frecuencia de uso diario y tiempo de compra de las lámparas de fotopolimerización registradas en este estudio, para analizar la influencia sobre la intensidad de luz de las mismas.

Por último, se recomienda completar esta investigación con un estudio sobre la contracción de las restauraciones directas de resinas compuestas durante la fotopolimerización.

## **6. GLOSARIO**

**LFP.-** Lámpara de fotopolimerización

**RDRC.-** Restauraciones directas de resinas compuestas.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

1. Price R., Strasslet H. Understand Light Curing Part 1. Dentistry today. [artículo]. 2014 Ene; 173: [1-11].
2. Bernardo M., Henrique L., Leitao J., Leroux B., Martín M., Rue T., et al. Supervivencia y razones de fracaso de las restauraciones posteriores de amalgama versus resinas compuestas colocadas en un ensayo clínico aleatorio. JADA [revista online]. 2007; [accesado 2014 jun 18]; 2(5): [285-93]. Disponible en:  
<http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4572198>
3. Gómez M., Patiño M., Naranjo M., Ortiz M. Resistencia a la fractura de dientes intactos y restaurados con resina sometidos a carga constante. Rev CES Odont [revista online]. 2007; [accesado 2014 Agos 11]; 20(2): [31-38]. Disponible en:  
<http://revistas.ces.edu.co/index.php/odontologia/article/viewFile/101/94>
4. Hernández A., Paulino M., Morel G., Defectos Clínicos más Frecuentes en Resinas compuestas Fotopolimerizables Clase I en el Sector Posterior en Pacientes de 15 a 30 años. Pontifica Universidad Católica Madre y Maestra [trabajo de investigación online]. 2011; [accesado 2014 Agos 25]; [1-11]. Disponible en:  
[http://www.destomatologia.com/index.php?option=com\\_content&view=article&id=391:defectos-clinicos-mas-frecuentes-en-resinas-compuestas-fotopolimerizables-clase-i-en-el-sector-posterior-en-pacientes-de-15-a-30-anos-clinicas-estomatologicas-pucmm-y-hrujmcb-periodo-enero-marzo-2011&catid=34:trabajos-de-investigacion&Itemid=55](http://www.destomatologia.com/index.php?option=com_content&view=article&id=391:defectos-clinicos-mas-frecuentes-en-resinas-compuestas-fotopolimerizables-clase-i-en-el-sector-posterior-en-pacientes-de-15-a-30-anos-clinicas-estomatologicas-pucmm-y-hrujmcb-periodo-enero-marzo-2011&catid=34:trabajos-de-investigacion&Itemid=55)
5. Palin W., Price R., Shortall A. Contemporary Issues in Light Curing. Operative dentistry [Revista online ]. 2013; [accesado 2014 Jul 27]; 38(5): [1-11]. Disponible en:  
<http://www.jopdentonline.org/doi/abs/10.2341/13-067-LIT>
6. Alessandra L., Dourado A., Gomes C., Mongruel O., Ruan J. Efecto del tiempo de exposición sobre la eficacia de polimerización con unidades equipadas con luz emitida por diodos- led's. Rev. Colomb Investig Odontol [revista online]. 2009; [accesado 2014 Jul 27]; 1(1): [29-37]. Disponible en:  
<http://www.rcio.org/index.php/rcio/article/viewArticle/22>
7. Price R., Strassler H. Understanding Light Curing, Part 2. Dentistry Today [artículo]. 2014 Ene; [accesado 2014 Jul 27]; 174: [1-10].

8. Concepción A., Gonzaga F., Oliveira V., Sano K. Estudio Comparativo de la microdureza de composites en relación a la fuente de luz, profundidad de polimerización y tiempo. Act Odont Ven [Artículo online]. 2010; [accesado 2014 Agos 08]; 48(4): [1-11]. Disponible en: <http://www.actaodontologica.com/ediciones/2010/4/pdf/art2.pdf>
  
9. Arauzo C. Intensidad de la potencia lumínica producida por las lámparas halógenas de fotopolimerización, usadas en consultorios dentales particulares, de cuatro distritos representativos del departamento de lima en el año 2009. Universidad Nacional Federico Villarreal, Facultad de Odontología. [tesis online]. 2009; [accesado 2014 May 12 ]; [1-103]. Disponible en: <http://www.tvcop.org.pe/bib/tesis/CARLOSJAVIERARAUZOSINCHEZ.pdf>
  
10. Masioli. Odontología restauradora d.e la A a la Z. 1era Ed. Brasil; 2013. Capítulo 7, Fotopolimerización y Fotopolimerizadores; pág. 122-125.
  
11. Baratieri L., Monteiro. Odontología Restauradora, fundamentos y técnicas. 4ta Ed. Brasil. 2011. Capítulo 7, Polimerización de resinas compuestas; pág. 121-133.
  
12. Price R. Evaluation of a dual peak third generation led curing light. Community Health and Epidemiology, ADM [revista]. 2005; [accesado 2014 Agos 24]; 26(5): [331-48].
  
13. Acebedo J., Joya L., López A., López O. Evaluación de la intensidad de salida de la luz de lámparas de fotocurado de una clínica dental. Rev. Colomb Investig Odontol [revista online]. 2011; [accesado 2014 Jul 22]; 2(4): [24-32]. Disponible en: <http://www.rcio.org/index.php/rcio/article/view/40>
  
14. Federlin M., Price R. Improving Light-Curing Instruction in Dental School. Am Dental Educ Assoc [Revista online ]. 2012; [accesado 2014 Jul 17]; 77(6): [764-72]. Disponible en: <http://www.jdentaled.org/content/77/6/764.short>
  
15. Caro M. Estudio comparativo in vitro de la profundidad de polimerización de resinas compuestas fluidas polimerizadas por luz L.E.D versus luz halógena, a través de resinas compuestas previamente endurecidas. Unive Chile, Fac Odont [tesis online]. 2012; [accesado 2014 Agos 24]; [1-70]. Disponible en: <http://www.tesis.uchile.cl/handle/2250/111665>

16. Carrillo C., Monroy A. Materiales de resinas compuestas y su polimerización. Rev ADM [revista online]. 2012; [accesado 2014 Agos 13]; 3(3): [3-16]. Disponible en:  
<http://www.mediagraphic.com/pdfs/adm/od-2009/od094b.pdf>
17. Ruggerberg F. State of the art: Dental photocuring- A review. Dent Mater [revista online]. 2011; [accesado 2014 Jul 07]; 27(8) [39-52]. Disponible en:  
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21122903>
18. Henostroza G. Adhesión en Odontología Restauradora. 1era Ed. Madrid; 2007. Capítulo 5, La luz y Polimerización; Pág. 54-74.
19. Chedid A., Coelho G., Coelho M., Da Silva M., El-Mowafy O., Farah C. Influence of light intensity and curing cycle on microleakage of class V composite resin restorations. J Appl Sci [revista online]. 2009; [accesado 2014 May 29]; 13(2): [193-7]. Disponible en:  
[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S167877572005000200019&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S167877572005000200019&script=sci_arttext)
20. Bertholdo G., Brandt W., Hass V., Sinhoreti M., Souza J. Fotoativação na Atualidade: Conceitos e Técnicas Clínicas. DICAS [revista online]. 2013; [accesado 2014 Agos 25]; 2(2): [24-29]. Disponible en:  
<http://www.cro-rj.org.br/revista/edicoesCT.asp>
21. Cucurella S., Giner, L., Ferrá J., Ribera, M. Lámparas de emisión de diodos (L.E.D) El futuro de la fotopolimerización. UIC [artículo online]. 2008; [accesado 2014 Jul 21]; 2(4): [1-7]. Disponible en:  
<http://www.dentsply.es/Noticias/clinica2708.htm>
22. Carrillo C., Monroy A. Métodos de activación de la fotopolimerización. Rev ADM [revista online]. 2009; [accesado 2014 Agos 24]; 25(5): [18-28]. Disponible en: <http://www.mediagraphic.com/pdfs/adm/od-2009/od95d.pdf>
23. Fahey J., Price R. Knoop Microhardness Mapping Used to Compare the Efficacy of LED, QTH and PAC Curing Lights. Oper Dent [revista online]. 2010; [accesado 2014 Agos 25]; 35(1): [58-68]. Disponible en:  
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20166412>
24. Owens B., Rodríguez K. Radiometric and Spectrophotometric Analysis of Third Generation Light-Emitting Diode (LED) Light-Curing Units. J Contemp Dent Pract [revista online]. 2007; [accesado 2014 Agos 25]; 8(2): [43-51]. Disponible en:  
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17277826>

25. Fadul J., Luna L., Molina C., Yañez E. Profundidad de curado de resinas con diferentes fotoiniciadores polimerizadas con dos lámparas LED. Univ Odontol. [revista online]. 2008 Dic; [accesado 2014 Agos 17]; 27(59): [15-22]. Disponible en:  
[file:///C:/Users/Mayra/Downloads/Dialnet-ProfundidadDeCuradoDeResinasConDiferentesFotoinici-3986402%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Mayra/Downloads/Dialnet-ProfundidadDeCuradoDeResinasConDiferentesFotoinici-3986402%20(1).pdf)
26. Camavilca S. Efecto de la intensidad de la luz de las lámparas halógenas en el sellado marginal de restauraciones de clase I: Estudio in vitro. UNMSM [tesis online]. 2010; [accesado 2014 Agos 24]; [1-144]. Disponible en:  
<http://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/cybertesis/3371>
27. Labrie D., Michaud P., Price R., Rueggeberg F., Sullivan B. Localised irradiance distribution found in dental light curing units. . Journal of Dentistry [revista online]. 2014; [accesado 2014 Jul 27]; 42(2): [129-39]. Disponible en:  
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0300571213003114>
28. Frankenberger R., García F., Kramer N., Lobhbauer U. Light curing of resin-based composites in the LED era. amjdent [revista online]. 2008 Jun; [accesado 2014 Agos 17]; 21(3): [135-42]. Disponible en:  
<http://www.amjdent.com/Archive/2008/Kraemer%20-%20June%202008.pdf>
29. Aher G., Hegde V., Jadhay S. A clinical survey of the output intensity of 200 light curing units in dental offices across Maharashtra. J Conserv Dent [revista online]. 2009 Jul-Sep; [accesado 2014 May 28]; 12(3): [105-108]. Disponible en:  
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2879716/>
30. Bagheri R., Burrow M., Kim Y., Kyo-Han K., Kwon T. Cure mechanisms in materials for use in esthetic dentistry. Journal of Investigative and Clinical Dentistry. Dental Biomaterials [revista]. 2012; 3(3): [3-16].
31. Pomacóndor C., Souza E. Fotoativação de materiais resinosos. Braz Dent J [revista online]. 2014; [accesado 2014 Agos 25]; 10(2): [188-96]. Disponible en:  
[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-64402005000200002](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-64402005000200002)

32. Marchan S., Smith WA., White D., et al. Effect of reduced exposure times on the microhardness of nanocomposites polymerized by QTH and second-generation LED curing lights. *Oper Dent* [revista online]. 2011; [accesado 2014 Jun 12]; 36(1): [98-103]. Disponible en: <http://www.jopdentonline.org/doi/abs/10.2341/08-093-LR2>
33. Corey F., Pantelis A., Price R. Evaluation of a Second-Generation LED Curing Light. *J Dent Assoc* [revista online]. 2007; [accesado 2014 Agos 10]; 69(10): [211-21]. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14611718>
34. Pereira N., Rodríguez D. Evolución y tendencias actuales en resinas compuestas. *Act odontol Venez* [revista online]. 2008; [accesado 2014 Jul 07]; 46(3). Disponible en: [http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0001-63652008000300026&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0001-63652008000300026&script=sci_arttext)
35. Nitta K. Effect of light guide tip diameter of LED-light curing unit on polymerization of light-cured composites. *Dent Mater* [revista online]. 2005; [accesado 2014 Jun 20]; 21(3): [217-223]. Disponible: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0109564104000764>
36. Noguera D., Tijerino S. Lámparas LED vs. Halógenas. *Rev Univ Cost Ric* [revista online]. 2008 Sep; [accesado 2014 Agos 17]; 9(2): [15-20]. Disponible en: <https://my.laureate.net/Faculty/docs/Faculty%20Documents/OdontoFINALRespaldo%209.pdf#page=16>
37. Bagis B., Bagis Y., Ertas E., Ustaomer S. Comparision of the heat generation of light curing units. *The Journal of Contemporary Dental Practice*. [Artículo online]. 2008; [accesado 2014 Jul 22]; 9(2): [1-8]. Disponible en: <http://www.jaypeejournals.com/eJournals/ShowText.aspx?ID=1847&Type=FREE&TYP=TOP&IN=~eJournals/images/JPLOGO.gif&IID=158&isPDF=YES>
38. Alqahtani M., Alshaafi M., Price R. Effects of single- peak vs polywave light-emitting diode curing lights on the polymerization of resin cement. [artículo]. 2013; [1-5].
39. Camilotti V., Gomes J., Grau P., Henrique P., Mendoza M. Influence of different light curing units on the bond strength of indirect resin composite restorations. *Braz oral res* [revista online]. 2008; [accesado 2014 Agos 21]; 22(2): [164-9]. Disponible en:

[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1806-83242008000200012](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-83242008000200012)

40. Blalock J., Callan R., Rueggeberg F. LED Curing Lights- What 's New? Compend Contin Educ Dent [revista online]. 2005 Agos; [accesado 2014 Agos 25]; 26(8): [586-17]. Disponible en:  
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16101101>
41. Alshaafi M., Labrie D., Price H., Price R., Michaud P., Rueggberg F., et al. Power and Irradiance Beam Uniformity from Budget Curing Light. Dalhousie University [Artículo]. 2014; 308: [1].
42. Price R. Guest Editorial Symposium on light sources in dentistry. Dent Mater [artículo online]. 2012; [accesado 2014 Jul 14]; [1-2]. Disponible en:  
[http://www.unboundmedicine.com/medline/citation/23245192/Guest Editorial: Symposium on light sources in dentistry](http://www.unboundmedicine.com/medline/citation/23245192/Guest_Editorial:_Symposium_on_light_sources_in_dentistry)



### 7.3 Hoja de consentimiento informado



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

**CARTA DE CONSENTIMIENTO PARA EL TRABAJO DE TITULACIÓN  
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE ODONTOLOGÍA**

Mediante la presente autorizo a la alumna Mayra Romero, estudiante de pregrado de la Carrera de Odontología de la UCSG a que realice las acciones pertinentes para la finalidad de su trabajo de titulación con el tema "Eficiencia en la fotopolimerización de resinas compuestas directas en los servicios odontológicos privados, Guayaquil. 2014". He sido comunicado sobre la naturaleza y el propósito de este trabajo y comprendo por lo tanto la importancia de proporcionar datos veraces y completos ante los requerimientos del alumno. Además, estoy consciente que mi colaboración servirá de apoyo y ayuda a su investigación que beneficiará a nuestra comunidad. Se me ha comunicado que la información registrada durante el estudio pertenece a la UCSG, y que posteriormente los resultados serán publicados sin nombrar la pertenencia de esta información.

Nombre del doctor: \_\_\_\_\_

Firma: \_\_\_\_\_

Guayaquil, \_\_\_\_\_

## 7.4 Hoja de encuesta

 UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL		MUESTRA <input type="text"/>
<b>1. TIPO DE LÁMPARA</b>		
LED <input type="checkbox"/>	HALÓGENA <input type="checkbox"/>	
<b>2. MARCA COMERCIAL:</b> <input type="text"/>		
<b>3. MODELO DE LÁMPARA:</b> <input type="text"/>		
<b>4. ESTADO DE LA PARTE ACTIVA DE LA FIBRA ÓPTICA</b>		
CON RESIDUOS <input type="checkbox"/>	SIN RESIDUOS <input type="checkbox"/>	
<b>5. INTENSIDAD REGISTRADA</b>		
PRIMER REGISTRO:	<input type="text"/>	
SEGUNDO REGISTRO:	<input type="text"/>	
TERCER REGISTRO:	<input type="text"/>	
PROMEDIO:	<input type="text"/>	
<b>PREGUNTAS</b>		
<b>6. ¿QUÉ TIEMPO FOTOCURA CADA PORCIÓN DE RESINA?</b>		
<input type="text"/>		
<b>7. ¿CON QUÉ FRECUENCIA USA SU LÁMPARA A DIARIO?</b>		
< 30 mints <input type="checkbox"/>	30 mints <input type="checkbox"/>	> 30 mints <input type="checkbox"/>
<b>8. ¿HACE QUÉ TIEMPO COMPRÓ SU LÁMPARA?</b>		
<input type="text"/>		
NOMBRE DEL DOCTOR:	FIRMA:	

## **7.5 Tabla de registro de datos**