

POTENCIA E IRRADIANCIA PRODUCIDA POR LAS LÁMPARAS DE FOTOACTIVACIÓN UTILIZADAS EN EL ÁREA CLÍNICA DE GRADO DE LA FACULTAD DE ODONTOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD AMERICANA (UAM)

Power and irradiance generated by the photoactivation lamps used in the clinical area of
the Dentistry Faculty at the American University (UAM)

María Alejandrina Cordonero Espinoza¹

alecordonero10@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0009-2535-5450>

DOI: <https://doi.org/10.62407/ros.v1i1.79>

Cómo citar este artículo:

Cordonero Espinoza, M., A. (2024). Potencia e irradiancia producida por las lámparas de fotoactivación utilizadas en el área clínica de grado de la Facultad de Odontología de la Universidad Americana (UAM). *Revista Odontológica Stomarium*, 1(1), 2024 pp. 1-20 <https://doi.org/10.62407/ros.v1i1.79>

¹Cirujano Dentista, Universidad Americana (UAM).



POTENCIA E IRRADIANCIA PRODUCIDA POR LAS LÁMPARAS DE FOTOACTIVACIÓN UTILIZADAS EN EL ÁREA CLÍNICA DE GRADO DE LA FACULTAD DE ODONTOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD AMERICANA (UAM)

POWER AND IRRADIANCE GENERATED BY THE PHOTOACTIVATION LAMPS USED IN THE CLINICAL AREA OF THE DENTISTRY FACULTY AT THE AMERICAN UNIVERSITY (UAM)

María Alejandrina Cordonero Espinoza¹

alecordonero10@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0009-2535-5450>



Recepción: 16 de julio de 2023

Aceptación: 23 de agosto de 2023

RESUMEN

La utilización de lámparas de foto activación es esencial en Odontología para asegurar la adhesión de materiales poliméricos activados por luz. La calidad de la luz influye en la polimerización, siendo un paso crucial en los tratamientos dentales. Por tanto, es necesario que estas lámparas proporcionen las propiedades requeridas para estos materiales. Una inadecuada luz puede afectar negativamente los tratamientos. **Objetivo:** evaluar la potencia e irradiancia de lámparas de foto activación en la Facultad de Odontología de la Universidad Americana. **Problema:** ¿Cuál es la potencia e irradiancia producida por las lámparas dentales de foto activación en el área clínica de la facultad de Odontología de la Universidad Americana? **Material y método:** Se midió la potencia (mW) e irradiancia (mW/cm²) de trece lámparas utilizadas en el área clínica y dos de control externo. Se utilizaron registros obtenidos con un radiómetro digital Bluephase® II Ivoclar, situando las lámparas sobre un soporte y activándolas durante diez segundos. **Resultados:** se encontró que siete lámparas tenían una irradiancia superior a 300 mW/cm² a una distancia de 0 mm, disminuyendo a mayores distancias. Doce lámparas tuvieron registros inferiores a las de control. Las lámparas con más de cinco años mostraron menor potencia e irradiancia que las más nuevas. **Conclusión:** las lámparas de menor diámetro tuvieron una irradiancia más alta que las de mayor diámetro. Solo cuatro lámparas en el área clínica presentaron un estado aceptable en cuanto a daños permanentes y reversibles. Este estudio resalta la importancia de la calidad de la luz en Odontología.

PALABRAS CLAVE

Potencia, irradiancia, espectro de luz, longitud de onda, fotones de luz, radiómetro digital.

ABSTRACT

The use of photoactivation lamps is essential in dentistry to ensure the adhesion of light-activated polymeric materials. The quality of light influences polymerization, a crucial step in dental treatments. Therefore, it is necessary for these lamps to provide the required properties for these materials. Inadequate light can negatively affect treatments. **Objective:** To evaluate the power and irradiance of photoactivation lamps in the School of Dentistry at the University of America.

Problem: What is the power and irradiance produced by dental photoactivation lamps in the clinical area of the School of Dentistry at the University of America?

Materials and Methods: The power (mW) and irradiance (mW/cm²) of thirteen lamps used in the clinical area and two external control lamps were measured. Readings were obtained using a digital radiometer, Bluephase® II Ivoclar, with the lamps placed on a stand and activated for ten seconds. **Results:** It was found that seven lamps had irradiance exceeding 300 mW/cm² at a distance of 0 mm, decreasing at greater distances. Twelve lamps recorded lower values than the control lamps. Lamps older than five years exhibited lower power and irradiance than newer ones.

Conclusion: Smaller-diameter lamps had higher irradiance than larger-diameter lamps. Only four lamps in the clinical area exhibited an acceptable condition in terms of permanent and reversible damage. This study underscores the importance of light quality in dentistry.

KEYWORDS

Power, irradiance, light spectrum, wavelength, photons of light, digital radiometer.

INTRODUCCIÓN

Las lámparas de foto-activación son un equipo odontológico que tienen como función activar el iniciador del material por medio de una luz de alta intensidad provocando la polimerización del material restaurativo. Por lo tanto, se considera un equipo de alta función y uno de los principales en el manejo odontológico. El primero que se utilizó fue el de los sistemas de luz Ultravioleta (UV), que fueron introducidos a la Odontología en 1970 con la comercialización del primer producto: el sistema nuva, desarrollado por la compañía L.D. CAULK, que también introdujeron como parte de este sistema el grabado con ácido del esmalte (Carrillo y Monserrat, 2009). Con el paso del tiempo han evolucionado variando su espectro de luz, aunque recientemente, las luces de diodos emisores de luz (LED) se convirtieron en las más utilizadas entre otras unidades de foto-activación porque producen más luz (Chaple, Montenegro, Ojeda y Rodríguez. 2016).

Muchos de los materiales de restauración de resina usan la misma familia básica de monómeros y mecanismo de polimerización: metacrilatos y vinilo, polimerización por adición de radicales libres, siendo posible por una forma externa ya sea por calor, productos químicos o energía radiante. Cuando posee foto iniciadores existe relación entre la energía electromagnética contenida en los fotones de luz con la capacidad de activar radicales libres mediante la interacción con moléculas, el cual reacciona con el monómero activando la reacción en cadena que es la polimerización. Para que se logre dar esto debe haber una adecuada irradiancia medida en mW/cm^2 (Price et al, 2014).

Cuanto mayor sea la irradiancia, mayor número de fotones estarán presentes, y cuanto mayor sea el número de fotones presentes mayor será el número de foto-iniciadores que alcanzarán el estado de excitación para reaccionar con la amina y formar radicales libres. (Dos santos et al, 2008). Una adecuada foto-activación produce una buena polimerización por lo que influye en la longevidad de las restauraciones que dependerá mucho de la eficiencia de la unidad de luz de su irradiancia, longitud de onda, evaluar la potencia de foto-activación para su óptimo uso son puntos claves para cualquier restauración (Chaple et al, 2016; Encalada, 2018).

Este estudio se trata de realizar mediciones de potencia e irradiancia de las lámparas de foto activación utilizadas en la facultad de odontología de la Universidad Americana por medio de un radiómetro digital con el fin de identificar si las LCU's están brindando la foto activación suficiente para foto activar los materiales foto sensibles y tener restauraciones efectivamente polimerizadas.

TERMINOLOGÍA

Potencia e Irradiancia:

Potencia: Cantidad de luz o energía que sale de la punta activa de la lámpara de foto activación, unidad de análisis mW .

Irradiancia: Cantidad de luz o energía recibida en un área de superficie, unidad de análisis mW/cm^2 .

MATERIAL Y MÉTODO

Área clínica de odontología, estudio observacional descriptivo de corte transversal, se utilizaron trece lámparas de foto activación de la clínica odontológica que corresponden a: dos lámparas DTE i Led Woodpecker®. Seis lámparas Coltolux Coltene Whaledent®, cinco lámparas Woodpecker® LED.F; dos lámparas de control: lámpara control una Bluephase® Alámbrica LED N MC Ivoclar, lámpara control dos Bluephase® Inalámbrica LED N g2 Ivoclar. Radiómetro digital Bluephase® II Ivoclar, soporte de lámpara elaborado y diseñado para este estudio.

Fuente de información obtenida haciendo uso del radiómetro. Se utilizó la técnica observación expuesta por Piura (2012). Para obtener la información acerca del grado de irradiancia emitido por las lámparas de foto activación se hizo uso del radiómetro Bluephase® Meter II de Ivoclar vivadent, serie número 1300000155, que fue previamente calibrado para las mediciones.

Para poner en marcha el aparato se abrió la caja de la batería en la parte trasera de la carcasa y se insertó las pilas suministradas (3 x tipo LR6/AA/1.5V), luego se definió el diámetro del conducto de luz usando la plantilla integrada en la parte posterior del dispositivo, se establece el diámetro de la lámpara de foto activado definido entre $< \text{Ø } 6 - 12\text{mm} >$ usando los botones (-) o (+). Bluephase® meter II muestra el diámetro establecido previamente proporcionando una respuesta visual, se sitúa la lámpara de foto activado sobre el soporte de lámpara de forma estable retirando cualquier residuo de resina o adhesivo, dicho soporte de lámpara posee una base de hierro y un vástago vertical que se encuentra calibrado en mm representando medidas de: 0mm, 2mm, 4mm y 6mm que son las medidas de distancias a evaluar.

También presenta un aditamento que ubica el soporte de sostén para las lámparas que puede rotar a 360°, descender y ascender sobre el vástago milimétrico el cual se fija sobre la medida en mm de distancia a medir; una vez que se encuentre colocado la lámpara en el soporte y se encuentra estable y sin movilidad se colocó el conducto de luz de la lámpara directamente situándolo sobre el sensor del radiómetro, se enciende la lámpara de foto activación por un tiempo de 10 segundos configurándose en el modo de potencia más alto en el caso de DTE i Led® y Woodpecker LED.F®, el resultado de la medición de la irradiancia de luz se mostró mW/cm^2 , la irradiancia de luz que dio por debajo de 300mW/cm^2 se mostró el mensaje "MIN" en la pantalla, al apagar la lámpara de foto activación el Bluephase® meter II se apaga automáticamente. Las lecturas se registraron en una ficha de recolección de información.

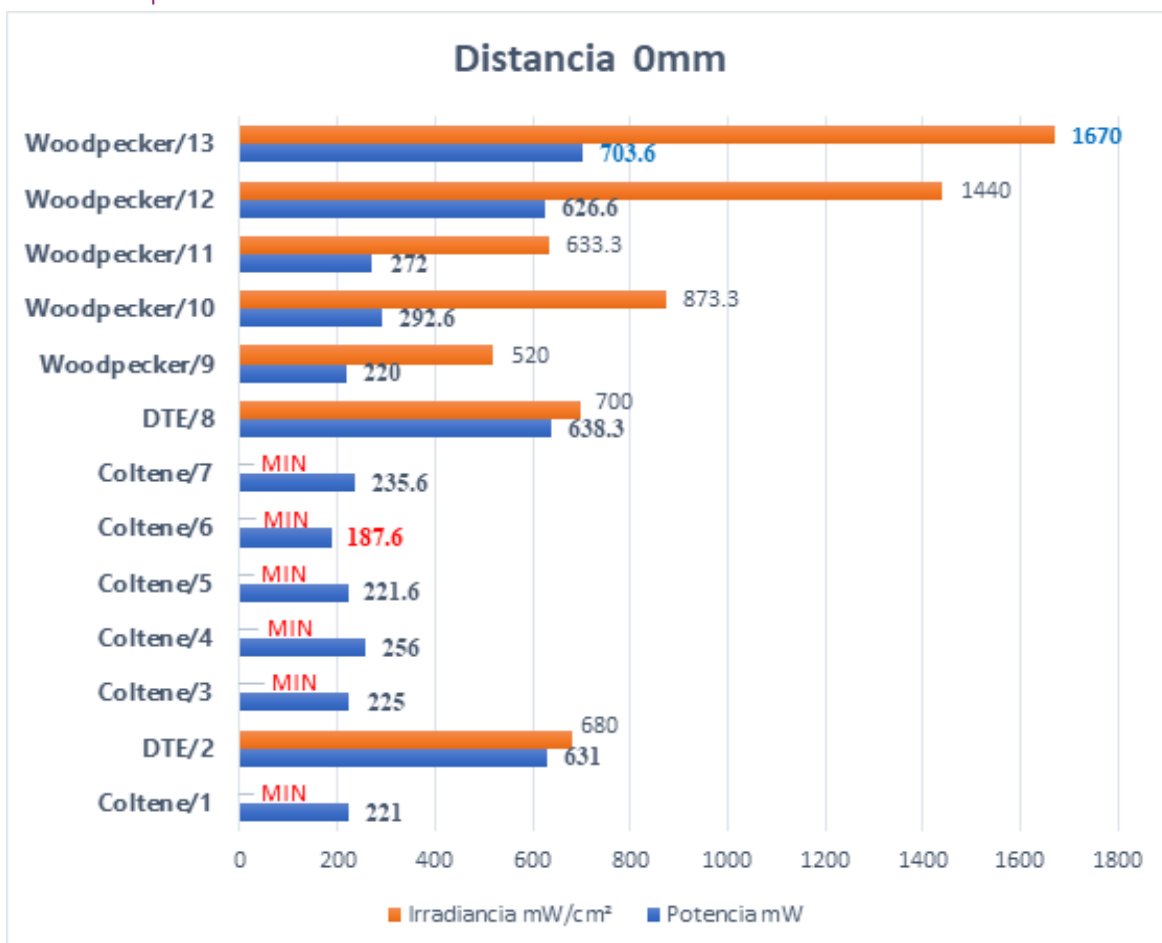
Prueba de validación del instrumento de recolección (prueba piloto). Previo a la recolección de información definitiva se procedió a validar el instrumento de recolección tomando el 23% de la muestra que corresponde a tres lámparas, una vez llevado a cabo la prueba de validación del instrumento de recolección, la cual se efectuó el primer día de recolección de información posteriormente, los resultados obtenidos tras aplicar la ficha de recolección de información se sometieron a una evaluación por los tutores de este proyecto, cabe mencionar que se realizaron las modificaciones pertinentes para llevar a cabo esta investigación y proceder a la recolección definitiva de información. El procesamiento y análisis estadístico de la información las variables sujetas a medición, fueron analizadas en el mismo orden establecido por los objetivos específicos, haciendo uso de técnica descriptiva tomando en cuenta el tipo de variable y su nivel de medición.

Los resultados obtenidos del análisis y medición de las variables se representan en forma gráfica utilizando: gráfico de sectores y tablas para representar los resultados obtenidos, respectivamente. Estrategia muestral, no se utilizó ninguna técnica de muestreo ya que se tomaron todas las unidades de análisis que conformen el universo, criterio de exclusión: LCU no utilizadas actualmente en la clínica dental.

RESULTADOS

GRÁFICO 1.

Análisis de la potencia a 0 mm de distancia.

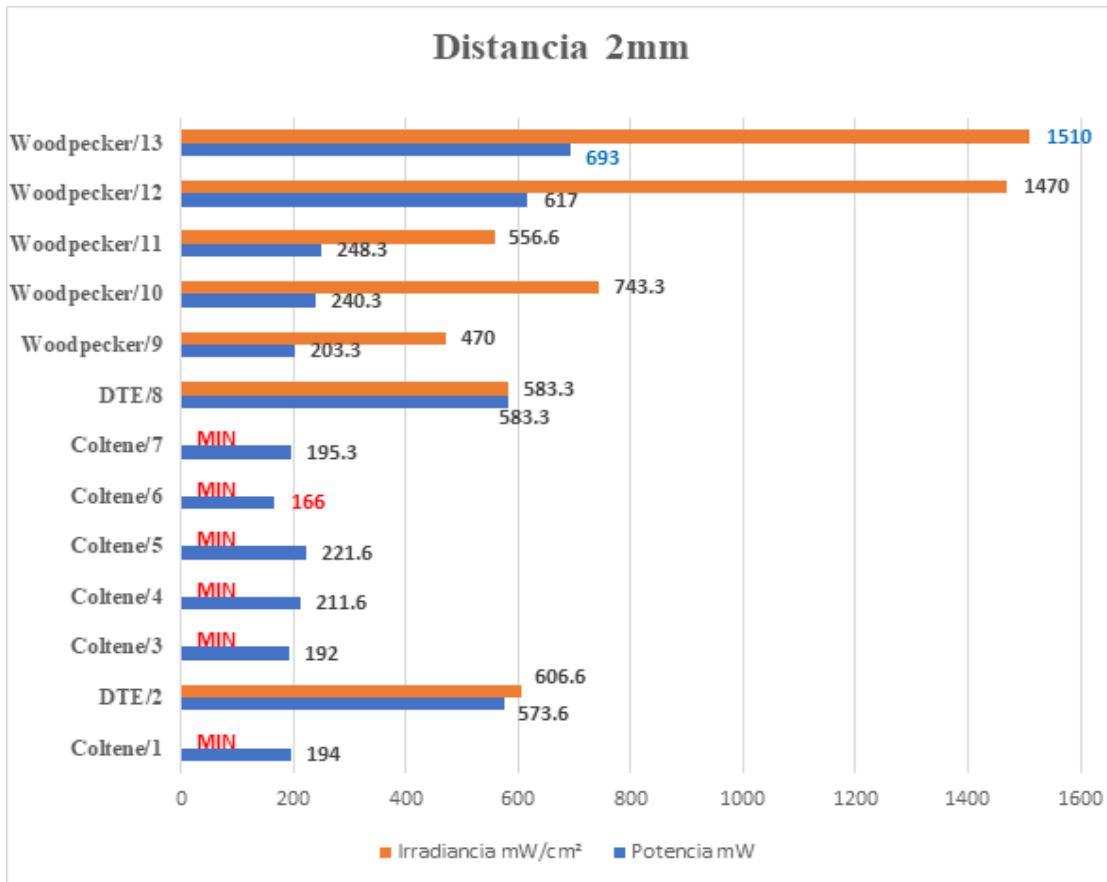


Fuente: Medidas obtenidas por el radiómetro dental Bluephase® II.

Al análisis de la potencia a 0 mm de distancia, se demostró que nueve lámparas LED obtuvieron los valores más bajos; siendo la lámpara Coltene/6 con valor de 187.6 mW; se evaluó un valor superior en la lámpara Woodpecker/13 donde registró valores de 703.6 mW. Al evaluarse la irradiancia a 0 mm de distancia, se observó que seis lámparas marca Coltene no registraron un valor siendo demostrado con el acrónimo de MIN. El valor más alto fue registrado en la lámpara Woodpecker/13 con valores de 1670 mW/cm².

GRÁFICO 2.

Análisis de la potencia a 2 mm de distancia.

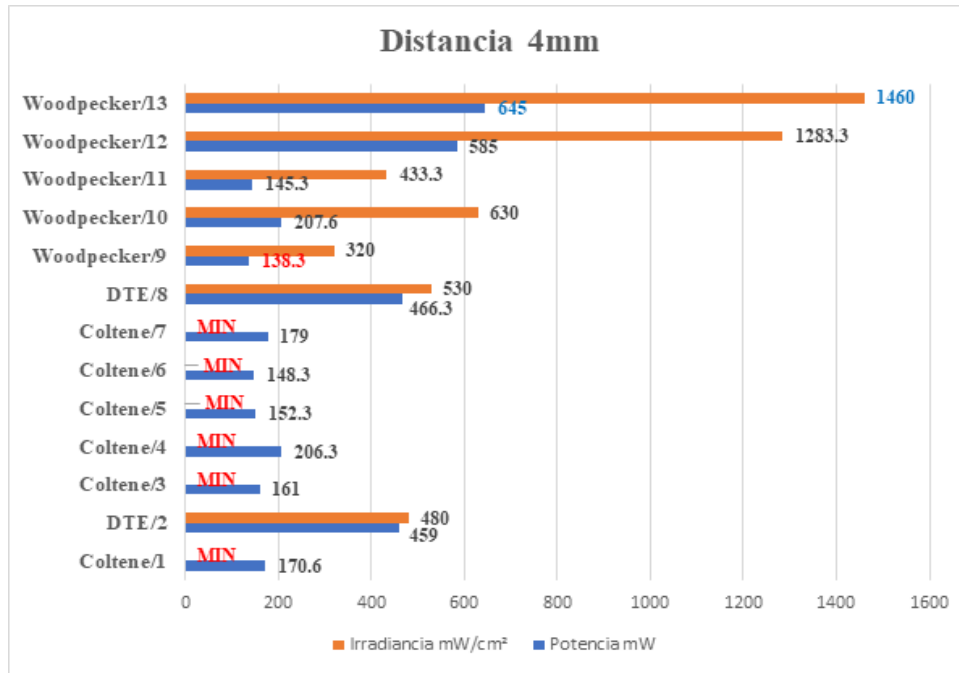


Fuente: Medidas obtenidas por el radiómetro dental Bluephase® II.

Los valores de potencia a 4 mm de distancia fueron 138.3 mW, 148.3mW y 152.3 mW para las LED Woodpecker/9, Coltene/6 y Coltene/5 respectivamente siendo los más bajos. Sin embargo, la LED Woodpecker/13 registró el valor más alto de 645 mW. A la misma distancia el valor de irradiancia más alto fue para Woodpecker/13 con valores de 1460 mW/cm², en cambio el valor mínimo registrado fue de Woodpecker/9 320 mW/cm². 6 LED no registraron un valor siendo demostrado con el acrónimo de MIN.

GRÁFICO 3.

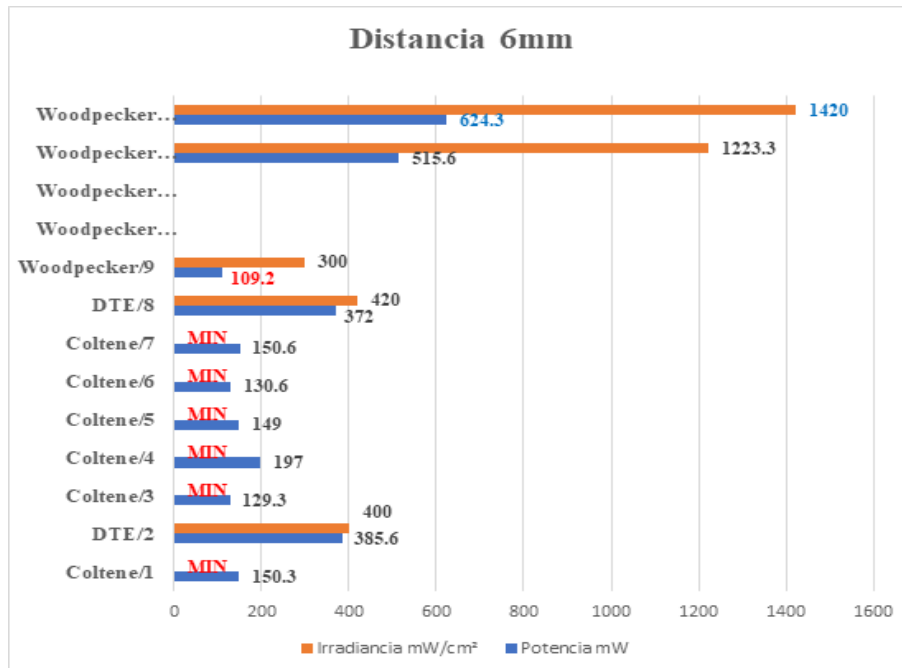
Análisis de la potencia a 4 mm de distancia.



Fuente: Medidas obtenidas por el radiómetro dental Bluephase® II.

GRÁFICO 4.

Análisis de la potencia a 6 mm de distancia.

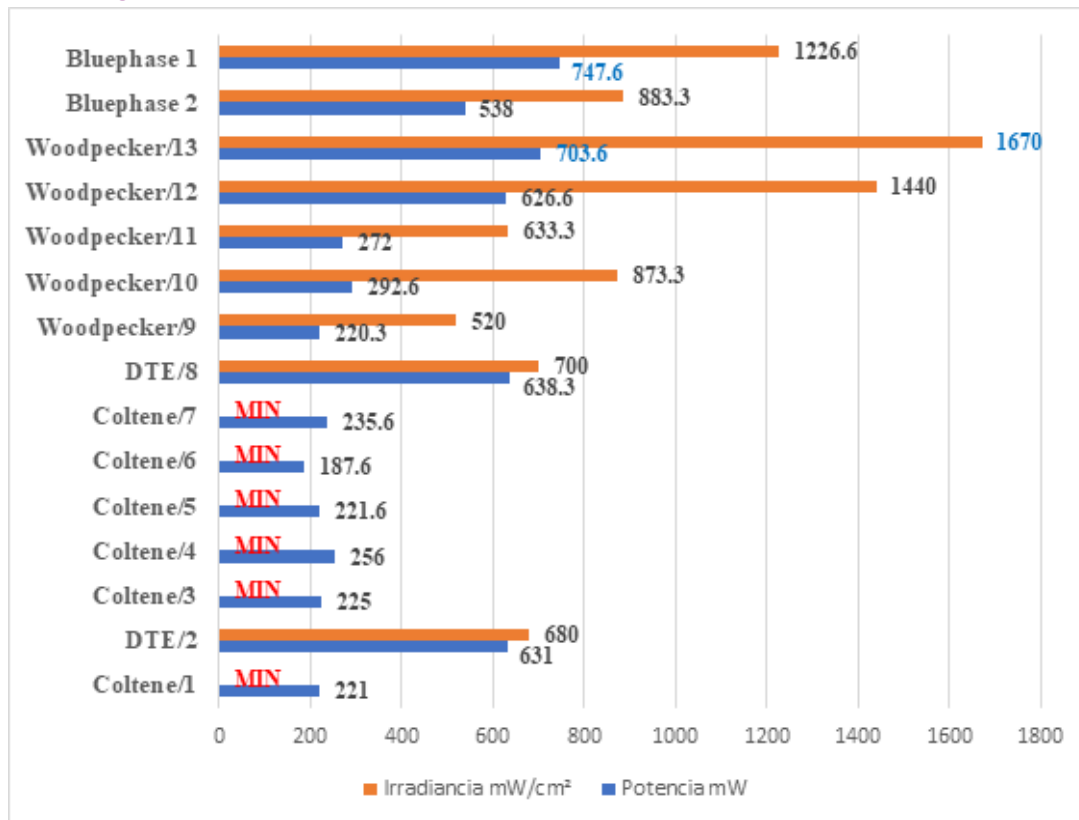


Fuente: Medidas obtenidas por el radiómetro dental Bluephase® II.

Al evaluarse la potencia a 6mm de distancia, dos LED no mostraron ningún registro. Siete lámparas presentan los valores más bajos; siendo la lámpara Woodpecker/9 con un valor de 109.3 mW; por otra parte, obtuvimos el valor más alto en la lámpara Woodpecker/13, la cual registró valores de 624.3 mW. Cuando se determinó la irradiancia a 6 mm de distancia, se observó que de trece LED, dos no obtuvieron valores, cinco registraron el acrónimo MIN y solamente cinco mostraron valores. Los LED Woodpecker/13 con valores de 1430 mW/cm² obtuvo el valor más alto y el más bajo fue de 300mW/cm² para la LED Woodpecker/9. Las lámparas LED; Woodpecker/10 y Woodpecker/11 no registraron ningún valor de potencia ni irradiancia.

GRÁFICO 5.

Comparación de irradiancia y potencia entre lámparas de control y lámparas de las Clinicas odontológicas UAM.



Fuente: Medidas obtenida por el radiómetro dental Bluephase® II.














Al analizar la potencia; se demostró que los valores del grupo control 1 y control 2 son similares a cuatro LED del área clínica de la facultad de odontología UAM; siendo el del grupo control 1 Bluephase, el más alto con un valor de 747.6 mW y el valor más alto de las cuatro LED del área clínica de la facultad Woodpecker/13 con un valor de 703.6 mW.

Por otra parte, nueve LED no presentan valores similares al grupo control 1 y 2, los valores registrados oscilan entre 292.6 mW y 187.6 mW para la LCU Woodpecker/10 y Coltene/6 respectivamente.

Los datos obtenidos de irradiancia; se identifica que las LED grupo control reflejan registros donde Bluephase control 1 presentó un valor de 1226.6 mW/cm² y Bluephase control 2, registró de 883.3 mW/cm², similares a siete LED del área clínica de la facultad de odontología UAM; sin embargo, el LCU Woodpecker/13 obtuvo el más alto con un valor de 1670 mW/cm² cuando comparados con ambos grupos controles, Woodpecker/9 presentó el menor valor de 520 mW/cm². Se obtiene que las Coltene no registraron un valor siendo representado con el acrónimo MIN.

GRÁFICO 6.

Registro visual y administrativo.

Muestra		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Tipo de daño		Muestra/Lámparas												
Estado del equipo/Punta activa														
Permanente	Astillado	X		X	X	X	X	X						
Permanente	Rayado	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
Permanente	Fisurado	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
Permanente	¼ diámetro fracturado												X	
Permanente	Fractura de fibra óptica total								X	X	X			
Reversible	Desaseado	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X
Reversible	Residuo de material dental	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X
Fecha de adquisición		>5	<5	>5	>5	>5	>5	>5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Formato de punta		Recta	Recta	Recta	Recta	Recta	Recta	Recta	Recta	Curva	Curva	Curva	Curva	Curva
Diámetro de la punta		12 mm	12 mm	12 mm	12 mm	12 mm	12 mm	12 mm	12 mm	8mm	7mm	8mm	8mm	8mm
Valor	Potencia	221 mW	631 mW	225 mW	256 mW	221.6 mW	187.6 mW	235.6 mW	638.3 mW	220.3 mW	292.6 mW	272 mW	626.6 mW	703.6 mW
	Irradiancia	MIN	680 mW/cm ²	MIN	MIN	MIN	MIN	MIN	700 mW/cm ²	520 mW/cm ²	873.3 mW/cm ²	633.3 mW/cm ²	1440 mW/cm ²	1670 mW/cm ²

Fuente: Recopilación visual y registro administrativo.

En el valor de potencia de las LUCs en cuanto fecha de adquisición las LCU's mayores de cinco años, se demostró que el valor máximo fue de 256 mW, el valor mínimo de 187.6 mW, en las LUCs menores de cinco años el valor máximo fue de 703.6 mW y el valor mínimo de 220 mW.

El valor de irradiancia de las LCU's mayores de cinco años, se identificó que no se obtuvo un registro el cual se demostró con el acrónimo MIN, no se identificó el valor estadístico. Las LCU's menores de cinco años, se observó que el valor máximo fue de 1670mW/cm², el valor mínimo de 520 mW/cm².

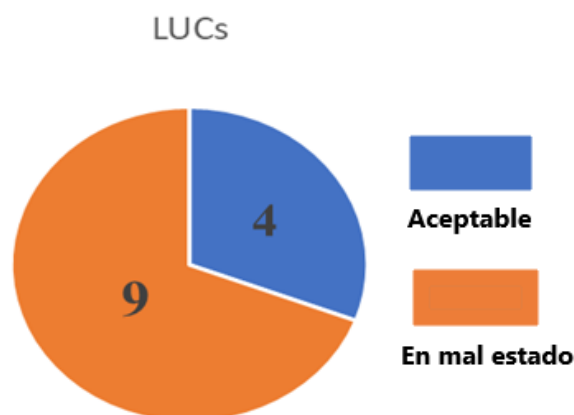
Los valores de potencia del formato de punta de las LCUs, reflejan que de formato curva que representa a cinco Woodpecker, su valor máximo es de 703.6 mW, el valor mínimo de 220 mW. Las LCUs de formato punta recta que representan a 8 LCUs, el valor máximo de 638.3 mW, valor mínimo de 187.6 mW. Los resultados de valores de irradiancia del formato de punta curva de las LCUs, representa que de las cinco con punta curva su valor máximo es de 1670 mW/cm², valor mínimo de 520 mW/cm². Las ocho LCUs con punta recta muestran que su valor máximo es de 700 mW/cm², valor mínimo de 680 mW/cm². Se obtuvieron valores de dos LCUs, otras 6 LCUs no registran un valor específico reflejándose con el acrónimo MIN.

Los valores del diámetro de la punta de potencia reflejan tres medidas de diámetro, Woodpecker/10 con 7mm tiene valor único de 292.6 mW, en cuatro LCUs con un diámetro de 8mm su valor máximo es de 703.6 mW, valor mínimo de 220 mW. Por otra parte, ocho LCUs con un diámetro de 12mm presentan un valor máximo de 638.3 mW, valor mínimo de 187.6 mW.

Los resultados de los valores de irradiancia de tres medidas, representa a Woodpecker/10 con un diámetro de 7 mm, con un valor único de 873.3 mW/cm², cuatro LCUs con un diámetro de 8mm donde su valor máximo es de 1670 mW/cm², valor mínimo de 520mW/cm². Otras ocho LCUs con un diámetro de 12mm su valor máximo es de 700 mW/cm², valor mínimo de 680 mW/cm². Los resultados en cuanto el tipo de daño se recopiló que doce LCUs presentan daños permanentes y reversibles y únicamente 1 LCU registro daño reversible.

GRÁFICO 7.

Estado de las LUC'S (light curing units)



Fuente: propia.

DISCUSIÓN

La irradiancia se evaluó en trece LUC, se observó diferencias en los valores de irradiancia en todas las distancias registradas. Cuando se evaluó la irradiancia a 0mm de distancia, solamente siete lámparas obtuvieron registros de un total de trece; presentando valores de irradiancia en el rango aceptable, sin embargo, las otras lámparas no presentaron registros, pero registraron el acrónimo MIN, que significa un valor menor de 300 mW/cm². La irradiancia mínima para los materiales dentales fotosensibles varía entre 300 mW/cm² a 400 mW/cm² (Assaf et al., 2020; Félix C. y Price R., 2003; André, C.B., Nima, G., Sebold, M., Giannini, M., & Price, R., 2018). Una adecuada foto activación es fundamental para el éxito de la restauración, si el material de restauración no recibe una foto activación adecuada existe el riesgo de un alto fracaso que puede conllevar a fractura, caries recurrente, disminuir la dureza, baja estabilidad de color, aumento de desgaste, etc. (Barrancos, M., 2018; Bouschlicher, M. R., et al., 1997; Price, R., Michaud, P., Labrie, D., Rueggeberg, F. & Sullivan, B., 2014).

Al aumentar la distancia se observó que disminuyó la irradiancia para todas las LED que fueron registradas, por lo que se observó una relación directamente proporcional entre la irradiancia y la distancia. El efecto de la irradiancia en distancia en 0, 3, 6 y 10mm, demuestra que a medida que aumenta la distancia, la irradiancia disminuye rápidamente, a 3 mm pierde más del 35% de su irradiancia de luz inicial, a 6 mm, la mayor parte del proceso de activado la luz pierde más del 50% de su irradiancia inicial (Félix, C., Price, R., 2003). La influencia de las diferentes distancias de activado con tres modos de polimerización, demostró que la distancia de la punta tiene un efecto significativo en la micro dureza de las resinas, en donde la dureza disminuye significativamente a medida que aumenta la distancia de la punta (Zhu, S., Platt, J., 2011; Lira Oliver & Guevara, 2017).

Esto demuestra la importancia de mantener lo más cercano la punta de la lámpara al material a foto activar, caso contrario la disminución de irradiancia puede provocar una ineficiente polimerización, influenciando las propiedades mecánicas, químicas, físicas y ópticas de los materiales. (Price et al., 2014). A excepción de la LED (Woodpecker/12) se observó que al evaluarla a 2 mm de distancia aumento la irradiancia en comparación a 0mm, el estado de la LED se encontraba con una fractura en su fibra óptica creando un menor el diámetro de salida de luz se desconoce si esto influenció por un aumento de la temperatura dando como resultado una distribución del haz de luz en donde la irradiancia es mayor en su centro que en su periferia.

Por otra parte, la Woodpecker/10 y Woodpecker/11 no registraron ningún valor de irradiancia en la distancia de 6mm, podría ser por la dispersión de los fotones que no logra activar el sensor. Los registros de irradiancia que se lograron obtener de 7 LCU fueron entre 520 mW/cm² hasta 1670

mW/cm²; en comparación a la distancia de 2mm los valores disminuyeron levemente, la mayor diferencia se observó a 6mm de distancia la cual los valores disminuyeron considerablemente entre 300 mW/cm² hasta 1420 mW/cm². La principal diferencia entre los LCU son las marcas, ellas poseen diferentes características como el diseño, antigüedad, diámetro y estado de la punta activa (Hasanain & Nassar, 2021). Cuando se evaluó la potencia, disminuyó cuando se aumentaba la distancia. La potencia provoca la activación de los diodos de la lámpara siendo el valor de este dividido por la punta activa para producir una salida luz de considerada como irradiación (Shimokawa, Harlow, J., Turbino, M. & Price, R., 2016). Se ha demostrado que un menor voltaje de la lámpara puede producir menor irradiación en las LCU (Fan, P., et al., 2002; Kopperud, S. et al., 2017; Jarquín y Bonilla, 2016). Los valores registrados de potencia en 0mm de 13 lámparas LED presentaron rangos diferentes desde 187.6 mW hasta 703.6 mW que disminuyó cuando se aumentó la distancia.

Cuando se aumentó la distancia a 6mm los valores variaron desde 109.3 mW a 624.3 mW, resultando los valores más bajos en 6 lámparas marca Coltene, además LCU de estas mismas marcas no registraron valores de irradiancia. Sin embargo, las lámparas Woodpecker/9 en distancia de 6mm mostró un valor de potencia de 109.3 mW menor que cualquier Coltene cuando comparado a 0mm. La generación de la lámpara puede ser una influencia para dichos resultados ya que las lámparas Coltene es 2da generación, su menor tiempo de exposición de luz provoca que aumente su temperatura por la mayor densidad de fotones emitidos, siendo factor crítico para la longevidad de las lámparas (Meléndez, Delgado, Tay 2021; Meza et al., 2020; Mitton & Wilson, 2001; Pereira et al., 2016; Ramos Garrido, 2015; André, C., Nima, G. et al., 2018).

La potencia produce un efecto directo en la función de las lámparas de foto activado, conocer tanto la potencia radiante (mW) que emite la lámpara de foto activación como el diámetro de la punta activa es un criterio de compra mucho mejor que conocer solo la irradiancia, (Price et al., 2014), la potencia radiante debe ser proporcionada por los fabricantes, así como las cifras de irradiancia. El dentista sabría entonces si está comprando una luz potente o simplemente una luz de potencia promedio que tiene una punta pequeña (Shortall, Price, MacKenzie, 2016; Rizzante et al., 2018).

Los registros de siete lámparas de foto activación LED de la Universidad Americana, presentan valores de irradiancia en el rango estándar comparados con las lámparas del grupo control Bluephase 1 y Bluephase 2, al compararla con Woodpecker/12 presentó un valor de 1670 mW/cm² mayor a Bluephase 1 con un valor de 1226.6 mW/cm². Una salida de luz de Woodpecker presenta una mayor irradiancia, pero un menor diámetro en su punta activa presenta una menor homogeneidad en la colimación de luz, esta LCU solo emite el 78% de irradiancia en el área de

la punta óptica mientras que Bluephase control 1, posee una menor irradiancia y un diámetro de punta activa mayor emitiendo una homogeneidad de luz en su área de fibra óptica del 92% (Price et al 2014). Las lámparas de bajo costo presentan un diámetro menor de su área de fibra óptica lo que influye en menor homogeneidad de luz al foto-activar una restauración más extensa mientras que las lámparas de alto costo más recientes en el mercado poseen un diámetro en el área de fibra óptica mayor lo que da una mayor cobertura al foto-activar una restauración. (Dos Santos et al., 2008; Ivoclar & Vivadent, 2020).

Lo ideal es tener un diámetro de área de punta activa óptimo que le permita tener un mejor alcance de activación en una restauración, al igual que conocer la tecnología que posee la unidad de luz ya sea monowave o polywave, sin embargo el avance de la tecnología en la composición de las resinas compuestas pueden requerir un rango de luz azul de longitud de onda con un pico de absorción aproximado de 470nm, las cuales son específicas de las lámparas monowave, pero también algunos poseen foto iniciadores alternativos que requieren un pico de absorción menor a 420nm siendo necesario luz violeta, específicas de las lámparas polywave. (Shortall A. C., Hadis, M., & Palin W. M., 2021).

Bluephase control 1 registró un valor de 1226.6 mW/cm², el fabricante de Bluephase establece una irradiancia de 1200 mW/cm² ± 10% con tecnología polywave (Manual de instrucción Ivoclar®); en Woodpecker el fabricante establece una irradiancia de 1600 mW/cm² a 1800 mW/cm² con tecnología monowave (Manual de instrucción Woodpecker®). Las LED DTE obtuvieron valores dentro del rango estándar y en comparación con el ambas LCUs del grupo control las DTE fueron de menor valor. Las LCU marca Coltene son de 1000 mW/cm² según el fabricante, la cual difirió con los valores más bajos de irradiancia de todas las LCUs del estudio que fueron menores a 300 mW/cm².

Los valores de potencia alcanzados en las LCUs del grupo de control variaron desde 538 mW para Bluephase control 1 y 747.6 mW para Bluephase control 2; dentro de este rango de valor únicamente pudieron tener una comparación de similitud con cuatro lámparas LED del área clínica donde Woodpecker/13 presentó un valor de 703.6 mW y Woodpecker/12 la menor con 626.6 mW.

Al momento de evaluar las LED las baterías que cargan a las Woodpecker se observaron en buen estado y son originales de ellas, el cual puede ser una variante influyente en comparación con la potencia de las otras nueve lámparas que se encuentran por debajo de estos rangos siendo el menor Coltene/6 con 187.6 mW, al realizar la recolección de datos se observó que no poseen con cargador original ya que se informó que se habían dañado con el tiempo.

También no caben con uniformidad en la base de carga de las baterías que se utilizan de las dos DTE iled, se desconoce el motivo exacto por el cual estos valores difieren significativamente.

Sin embargo, el factor tiempo de uso, mantenimiento, diámetro de punta activa, estado de la lámpara podrían llegar a influir en la alta potencia. Las LCUs deben cumplir con medidas aceptables de potencia, irradiancia para lograr alcanzar la longitud de onda adecuado para activar el foto-iniciador del material a polimerizar no alcanzan estos parámetros para considerarse una lámpara funcional óptima (Carrillo Sánchez & Monroy Pedraza, 2009).

La LCUs no debe ser utilizada si el radiómetro indica una irradiancia inferior a 300 mW/cm² (Munguía et al, 2008; Manual Coltene®, 2007; Price, Ferracane, Shortall, 2015) La disminución de irradiancia puede provocar una ineficiente polimerización, influenciando las propiedades mecánicas, químicas, físicas y ópticas de los materiales. (Price et al, 2014). Los resultados nos demuestran que entre mayor tiempo de uso tienen las LUCs presenta menores registros de irradiancia, puede influenciar en este caso que la mayoría de las lámparas coltolux no poseían su propio cargador por motivos de daños o pérdidas, por lo tanto, ya existe una modificación en su mantenimiento ideal.

Los niveles de energía de la batería afectan a la irradiancia de las LCUs (Tomer et al., 2018) provocando una influencia en las propiedades de los materiales el grado de conversión, deficiente resistencia a la tracción, solubilidad de la resina que es la degradación y ruptura de la unión entre el relleno y la matriz, produciendo liberación o disolución de partículas del relleno como monómeros residuales provocando una disminución del peso, (Pereira et al, 2016). Considerando que son lámparas que se mantienen en uso diario se debe tomar en cuenta los registros obtenidos y el poco alcance que presentan para foto activar y polimerizar un material en boca.

Las LCUs mayores de cinco años presentaron una potencia menor comparada a las LCUs mayores de cinco años, valores por encima de 626.6 mW, en cambio tres presentan valores menores a 292.6 mW. Puede deberse al deterioro interno y reemplazo de partes (Mitton, Wilson; 2001; Tongtaksin, Leevailoj, 2017).

Sobre el formato de punta, el análisis de resultado en potencia e irradiancia fue mayor en las LCUs con formato de punta curva; en un análisis con MARC software la punta curva reflejo una mejor homogeneidad del haz de luz en zonas bucales donde el acceso es más limitado como el área posterior de la boca, mientras que la punta recta o de lápiz no presentó la misma homogeneidad del haz de luz cuando fue colocada en el área posterior de la boca, las LCUs deben brindarle al profesional un fácil acceso en cualquier área dental donde se requiera foto activar (Meza, 2020). La orientación de la LCUs tiene un impacto significativo produciendo mejores propiedades físicas. (Price et al 2014).

El diámetro de la punta influye en la irradiancia, las puntas con diámetros más pequeños pueden presentar niveles de emisión de luz menos uniforme, ya que el área del diámetro total de la LCU no determina un área activa de emisión de luz completa (Price et al 2014), debido a que las LCUs que presentan diámetros menores, aunque tengan una irradiación aceptable que no abarcar el diámetro de la superficie a foto activar, generan una deficiente polimerización (Soares et al 2017). Con respecto al estado de la lámpara se clasificó de una forma que presente ciertas características de relevancia en cuanto al estado y el tipo de daño de cada una, consideramos de relevancia definir las siguientes: astillados, rayado, fisurado, desaseado, residuos de material dental, $\frac{1}{4}$ diámetro fracturado punta activa, fractura de fibra óptica total.

Un equipo puede presentar varias de estas características, por lo tanto, se realizó una distribución homogénea para tener un mejor orden y de acuerdo a la mayoría de las características y su tipo de daño ya sea permanente o reversible, se evaluó al final si la lámpara se encuentra en un estado aceptable o en mal estado. Solamente cuatro LCUs clasificaron como unidades en estado aceptable, es decir que contienen daños reversibles, nueve LCUs contienen daños irreversibles, por lo cual se clasificó como mal estado, se recomienda de manera definitiva su reemplazo.

LCU es un equipo primordial en la odontología, tanto como el fabricante como algunos autores de artículos en el ámbito de la práctica odontológica hacen mucho énfasis en que la medida de salida de luz debe ser lo suficiente para lograr excitar a los foto-iniciadores de los materiales dentales, sin embargo, muchos profesionales de salud e instituciones de educación no tienen el adecuado conocimiento sobre su rutina de mantenimiento diario. Las LCUs necesitan cuidado y mantenimiento para prolongar su desempeño, el monitoreo regular por deterioro y el reemplazo de partes, inmediatamente que se vuelven defectuosas. (Mitton, Wilson; 2001; Tongtaksin, Leevailoj 2017).

El rendimiento de las LUCs no debe basarse sobre una evaluación de salida de luz y mucho menos una confianza equivocada de que la guía de luz, filtros, bombillas se pueden usar hasta que la unidad deje de funcionar o caduque. Cada artículo científico que se ha publicado de consultorios odontológicos ha mostrado el pobre mantenimiento y la inadecuada salida de luz de las LCU (Tomer et al, 2018). Muchos factores dependientes del estado de la lámpara afectan la calidad de luz como: rotura de la fibra óptica, degradación de la bombilla, degradación del filtro, punta activa con restos de material ya que reduce la salida de luz, utilización de ciertos productos desinfectantes que pueden dañar la punta activa como solventes que contengan acetonas en su composición (Munguía et al 2008; Mitton y Wilson, 2001).

Estos daños con el tiempo provocan pérdida de eficacia, del filtro, algunas LCU generan la luz en el extremo de su cabezal y otras lo generan en su propio cuerpo y lo transmiten mediante una guía de luz o fibra óptica. Cuando se obtiene una lámpara que funciona correctamente el foco de atención debe ser el mantenimiento y evitar las infecciones cruzadas entre pacientes.

La calidad de luz influye en la polimerización, factores a tomar en cuenta para una óptima polimerización, una adecuada irradiancia de la LCU ya que el material adecuadamente polimerizado se considera un criterio principal para una restauración exitosa el cual se logra gracias a un grado de conversión (Kopperud, S., et al, 2017; Melara Mungía et al., 2008) el alto grado de conversión es vital para mejorar las propiedades físicas, químicas, la biocompatibilidad y estabilidad de color (Assaf, 2020); una calidad de luz que comprenda una irradiancia mínima de 300mW/cm² logra activar los foto iniciadores. Una incorrecta polimerización provoca en la restauración efectos no deseados como, micro filtración, inadecuada fuerza de unión, caries recurrente, sensibilidad post operatoria, sensibilidad en la pulpa, falta de estabilidad de color, fractura o aumento del desgaste (Price et al 2014; Cardoso & Decurcio, 2015).

CONCLUSIONES

Se encontró que siete lámparas registran valores de irradiancia superiores a 300 W/cm² en distancia de 0mm en comparación a las otras distancias. Asimismo, se observó que a mayor distancia se obtuvieron menores valores de potencia, irradiancia comparada a 0mm. Se pudo constatar que doce lámparas presentaron registros menores de potencia e irradiancia en comparación a dos lámparas de control. Las lámparas anteriores a cinco años fueron las que obtuvieron menor potencia y mayor irradiancia comparada a las lámparas menores de 5 años. Las lámparas con formato de punta curva obtuvieron mayores registros de irradiancia y potencia en comparación con el formato de punta recta. Así también, se halló que las lámparas de menor diámetro obtuvieron mayores registros de valores de irradiancia en comparación a las lámparas de mayor diámetro. Únicamente cuatro lámparas del área clínica muestran un estado aceptable en cuanto a las características observadas de daños permanentes y reversibles.

CONSIDERACIONES ÉTICAS

Los datos obtenidos en este artículo están protegidos por la Ley de derecho del autor, según la legislación Nacional y fueron autorizados por las autoridades de la Facultad de Odontología, quienes dieron consentimiento de realizar esta investigación. El uso de imágenes y demás material que sea objeto de protección de los derechos del autor serán para fines educativos y deberá citar la fuente.

LISTA DE REFERENCIAS

- André, C. B., Nima, G., Sebold, M., Giannini, M., & Price, R. B. (2018). Stability of the light output, oral cavity tip accessibility in posterior region and emission spectrum of light-curing units, *Operative Dentistry*, 43(4), 398-407.
- Assaf, Fahd, JC y Sabbagh, (2020). Evaluación del rendimiento de las unidades de foto polimerización dentales mediante radiómetros: una revisión narrativa. *Revista de la Sociedad Internacional de Odontología Preventiva y Comunitaria*, 10 (1), 1-8. https://doi.org/10.4103/jispcd.JISPCD_407_19
- Barrancos, M. (2007). *Operatoria Dental integración clínica*. 4ta ed. Buenos Aires, Argentin. Editorial Médica Panamericana.
- Bouschlicher, M. R., Vargas, M. A., & Boyer, D. B. (1997). Effect of composite type, light intensity, configuration factor, and laser polymerization on polymerization contraction forces. *American journal of dentistry*, 10(2), 88–96. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9545896/>
- Cardoso, P., & Decurcio, R. (2015). *CARILLAS lentes de contacto e fragmentos cerámicos*. 1ra ed. Florianópolis, Brasil: Editora Ponto. https://www.academia.edu/43695905/Sold_to
- Carrillo Sánchez, C., Monroy Pedraza, M. (2009) Métodos de activación de la fotopolimerización Parte II. *Revista. ADM*. 66(5):18-28. <https://www.medigraphic.com/pdfs/adm/od-2009/od95d.pdf>
- Chaple Gil, A., Montenegro Ojeda, Y., & Álvarez Rodríguez, J. (2016). Evolución histórica de las lámparas de fotopolimerización. *Revista Habanera de Ciencias Médicas*, 15(1), 8-16 <http://www.revhabanera.sld.cu/index.php/rhab/article/view/1006>
- COLTOLUX®: <https://lam.coltene.co/products/restoration/curing-lights/coltolux-led/>
- Dos Santos, G.B., Monte Alto, R.V., Sampaio Filho, H.R., Da Silva, E.M., & Fellows, E. (2008) Light transmission on dental resin composites. *Dental Materials*, 24(5), 571–576. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2007.06.015>
- Encalada (2018) *Evaluación de desempeño de la intensidad de la salida de luz de las lámparas de fotocurado utilizadas por los estudiantes de noveno semestre de la facultad piloto de odontología*. [Tesis de Especialidad para dentista cirujano], inédita. Universidad de Guayaquil. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/29498>
- Félix, C., & Price, R. (2003) The Effect of Distance from Light Source on Light Intensity from Curing Lights. *The Journal of Adhesive Dentistry* <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15008335/>
- Hasanain, F. A. & Nassar, H., M. (2021) Utilizing Light Cure Units: A Concise Narrative Review. *Polymers* 13(10), 1596; <https://doi.org/10.3390/polym13101596>
- Ivoclar & Vivadent (2020). *Radiómetro LED Bluephase Meter II*. <https://www.medicalexpo.es/prod/ivoclar-vivadent/product-72878-740310.html>
- Jarquín. Bonilla, (2016). Aumento de la temperatura en la superficie dental durante la fotopolimerización. *Odontología Vital* 25:17-22.

María Alejandrina Cordonero E. Potencia e irradiancia producida por lámparas de fotoactivación...

- Kopperud, S. E., Rukke, H. V., Kopperud, H. M., & Bruzell, E. M. (2017). Light curing procedures - performance, knowledge level and safety awareness among dentists. *Journal of dentistry*, *58*, 67–73. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2017.02.002>
- Lira Oliver, A., & Guevara Mon, A. B. (2017). *Irradiancia y radiancia. Comprensión de los conceptos de irradiancia y radiancia para los espacios arquitectónicos así como las unidades radiométricas y fotométricas*. Práctica 15. Facultad de Arquitectura, Universidad Nacional Autónoma de México. http://leias.fa.unam.mx/wp-content/uploads/2018/07/180515_Practica15_LES.pdf.
- Meda C., R.,E. (2013) *Medición de la intensidad de la luz de las lámparas de fotocurado utilizadas por los estudiantes en la Facultad de Odontología en la Universidad San Carlos de Guatemala*. [Tesis para optar cirujano dentista. Universidad de San Carlos de Guatemala]. <https://core.ac.uk/download/pdf/35292919.pdf>
- Meléndez, D., Delgado-Cotrina, L., & Tay, Y. (2021). *La ciencia detrás de las lámparas de polimerización LED*. https://www.researchgate.net/publication/353909863_La_ciencia_detras_de_las_lamparas_de_polimerizacion_LED/citations
- Meza, M. & Dávila, M. (2020). *Influencia de la distancia de la guía de luz sobre la intensidad de fotopolimerización de los dispositivos led en Odontología*, Huancayo 2019 [Tesis de Especialidad, UNIVERSIDAD PRIVADA DE HUANCAYO "FRANKLIN ROOSEVELT"]. <https://repositorio.uoosevelt.edu.pe/>.
- Mitton, B., Wilson, N. (2001) El uso y mantenimiento de unidades de activación de luz visible en la práctica general. *British Dental Journal* *191*, 82–86. <https://doi.org/10.1038/sj.bdj.4801103>
- Melara Mungía, Arreguis Gambús, M., Jimeno, F., Martínez, S., & L. Bellet Dalmau (2008) Actualización de los diferentes tipos de lámparas de foto polimerización. Revisión de la literatura. *Odontología Pediátrica* *16*(3) pp. 140-152. https://www.odontologiapediatrica.com/wp-content/uploads/2018/05/123_revrevision1.pdf
- Fan, P. L., Schumacher, R. M., Azzolin, K., Geary, R., & Eichmiller, F. C. (2002). Curing-light intensity and depth of cure of resin-based composites tested according to international standards. *The Journal of the American Dental Association*, *133*(4), 429-434. DOI:<https://doi.org/10.14219/jada.archive.2002.0200>
- Pereira, A. G., Raposo, L. H. A., Teixeira, D. N. R., Gonzaga, R. C. Q., Cardoso, I. O., Soares, C. J., & Soares, P. V. (2016). Influence of battery level of a cordless LED unit on the properties of a nanofilled composite resin. *Operative dentistry*, *41*(4), 409-416. <https://doi.org/10.2341/15-200-L>
- Piura López, J. (2012) *Metodología de la investigación científica: Un enfoque integrador*. 7a Ed. Managua, Nicaragua. Editorial PAVSA. pp. 28 -223
- Ramos Garrido, Y. (2015) *Estudio de la potencia lumínica de las lámparas de tipo halógena de foto polimerización, asignadas en las clínicas de estomatología de la USS*. [Tesis para optar a cirujano dentista] Universidad de Señor de Sipán. <https://hdl.handle.net/20.500.12802/147>
- Price, R., Michaud, P. L., Labrie, D., Rueggeberg, F. A., & Sullivan, B. (2014). Localized irradiance distribution found in dental light curing units. *Journal of Dentistry*, *42*(2), 129-139. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2013.11.014>

- Price, R., Shortall, A., Palin, W. (2014) Contemporary Issues in Light Curing. *Oper Dent* 1 39 (1) 4–14. doi: <https://doi.org/10.2341/13-067-LIT>
- Rizzante et al, (2018) Physico-mechanical properties of resin cement light cured through different ceramic spacers. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*, Vol. 85. <https://doi.org/10.1016/j.jmbbm.2018.06.001>
- Shimokawa, C. A., Harlow, J. E., Turbino, M. L., & Price, R. B. (2016). Ability of four dental radiometers to measure the light output from nine curing lights. *Journal of dentistry*, 54, 48–55. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2016.08.010>
- Shortall A. C, Hadis M. A, Palin W. (2021) On the inaccuracies of dental radiometers. *Plos One* 16(1) 1-27 <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0245830>
- Shortall, A., Price, R., MacKenzie, L. et al. (2016) Directrices para la selección, uso y mantenimiento de unidades de fotocurado LED – Parte II. *British Dental Journal*, 221, 551–554. <https://doi.org/10.1038/sj.bdj.2016.814>
- Tomer et al., (2018) Curing Lights In Dentistry And Its Implications. A Review. *International Journal of Innovative Research and Advanced Studies (IJIRAS)*. Volume 5 Issue 9.
- Tongtaksin, A., & Leevailoj, C. (2017). Battery Charge Affects the Stability of Light Intensity from Light-emitting Diode Light-curing Units. *Operative dentistry*, 42(5), 497–504. <https://doi.org/10.2341/15-294-L>
- Zhu, S., Platt, J. (2011) Curing Efficiency of Three Different Curing Modes at Different Distances for Four Composites. *Oper Dent*, 36 (4) 362–371. doi: <https://doi.org/10.2341/09-245-L>

TABLA 1. Manual de especificaciones de las lámparas analizadas.

Marca	Modelo	Marca Comercial	Irradiancia	Longitud de onda
Woodpecker	LED F.	Woodpecker®	1600 mW/cm ² - 1800mW/cm ²	420-480 nm
DTE	Iled Plus	DTE®	1000 mW/cm ² - 2500mW/cm ²	420-480 nm
Coltolux	LED	Coltene®	1000 mW/cm ²	450-470 nm

Fuente: Manual de fabricante.

IMAGEN 1.

Radiómetro digital y sensor en contacto con la punta activa de la lámpara.



IMAGEN 2.

Soporte de lámparas

