

Estudio *in vitro* de los grados de conversión alcanzados a 2 milímetros de profundidad por los tonos más opacos del color A2 de un sistema estratificado de composite dental

Jose Manuel Pacheco Hermosilla¹; Ana Alicia Simg Alor^{2,7}; Víctor Manuel Quirarte Echavarría^{3,7}; Norma Idalia Orozco Orozco^{3,7}; Luis Renán Rodríguez Pérez^{4,7}; María Isabel Ramírez Prado^{5,7}; Fabiola Ortiz Cruz^{4,7}; Norma Inés Gómez Ríos^{6,7}

RESUMEN

El riesgo de una polimerización insuficiente está influenciado en parte por el color u opacidad de las resinas. Se ha encontrado que las resinas de tono más oscuro tienen un mayor efecto citotóxico que los tonos más claros. Así como el objetivo de esta investigación fue observar los grados de conversión obtenidos en las resinas más opacas de un sistema de estratificado tras su curado, siguiendo los requerimientos indicados por el fabricante, para analizar los datos a partir de un grupo control con un color de resina de un sistema convencional o estándar. Se realizó un estudio *in vitro*, transversal, observacional y descriptivo con resinas de la casa comercial de 3M Filtek, escogiendo las dos más opacas del color A2 del sistema estratificado de la línea z350 y una del mismo color, pero del sistema convencional de la línea z250. Se elaboraron tres especímenes por cada tipo de resina y nueve en total; estos fueron analizados mediante espectrofotometría infrarroja por transformada de Fourier con el accesorio de reflectancia total atenuada, con el que a partir de sus valores de absorbancia se obtuvieron, con la ecuación indicada, los valores de grado de conversión. De acuerdo con el análisis de Kruskal-Wallis aplicado a los resultados obtenidos por cada tipo de resina, se observó que la distribución de Grado de conversión (porcentaje) es la misma entre los tres tipos de resina sin diferencias significativas, por lo que se concluyó que a pesar de poseer un tono más opaco, las resinas del sistema estratificado alcanzan grados de conversión similares a los de una resina de sistemas estándar o convencional, esto al seguir las indicaciones especificadas en la ficha técnica del fabricante.

Palabras clave: grado de conversión, resina opaca, resina dental estratificada, resina dental.

INTRODUCCIÓN

El uso de materiales de restauración estéticos y polimerizables se ha vuelto más frecuente en el campo de la odontología. El rendimiento óptimo de estas

ABSTRACT

The risk of insufficient polymerization is partly influenced by the color or opacity of dental resins. It has been found that darker-colored dental resins have a greater cytotoxic effect than lighter shades. Thus, the objective of this research was to observe the degree of conversion obtained in the opaqueness of resins of a layering system after curing them, according to the requirements indicated by the technical data sheet, this data will be analyzed by comparing them with a control sample chosen from a conventional or standard system. An *in-vitro*, cross-sectional, observational, and descriptive study was made; the dental resins chosen were from the 3M Filtek brand, choosing the two opaqueness A2 opacities by the layering z350 system; the control sample was chosen the same shade but from the conventional z250 system. There were made 3 specimens for each type of dental resin, they were 9 in total; these were analyzed by Fourier-transform infrared spectroscopy with the attenuated total reflectance accessory; then, the conversion degree values were obtained by the absorbance values obtained, with the indicated equation to get the degree of conversion. According to the Kruskal-Wallis' analysis applied to the results obtained for each type of resin, it was observed that the distribution of conversion degree (percentage) was the same in the three types of dental resin without significant differences. Therefore, it was concluded that despite having an opaquer tone, the resins of the layering system reached degree of conversion values similar to a resin from the standard or conventional system, this by following the requirements written in the manufacturer's technical sheet.

Key words: degree of conversion, opaque resin, layering dental resin, dental resin.

restauraciones depende directa e indirectamente de la polimerización del material restaurador¹. La resina compuesta se fotocura mediante fotocuración >>>

¹ Pasante del servicio social de la Licenciatura de Cirujano Dentista de la Universidad Veracruzana, Campus Minatitlán, México.

² Especialista en Odontología Restauradora, docente de la Facultad de Odontología, Campus Minatitlán, Universidad Veracruzana, México.

³ Especialista en Periodoncia, docente de la Facultad de Odontología, Campus Minatitlán, Universidad Veracruzana, México.

⁴ Especialista en Prostodoncia, docente de la Facultad de Odontología, Campus Minatitlán, Universidad Veracruzana, México.

⁵ Especialista en Ortodoncia, docente de la Facultad de Odontología, Campus Minatitlán, Universidad Veracruzana, México.

⁶ Especialista en Odontopediatría, docente de la Facultad de Odontología, Campus Minatitlán, Universidad Veracruzana, México.

⁷ Integrante del Cuerpo Académico UV-CA-427 "Investigación e Intervención Odontológica".

CORRESPONDENCIA: Universidad Veracruzana, Calle Managua s/n, Colonia Nueva Mina, 96760; Minatitlán, Veracruz, México.

CORREO ELECTRÓNICO: jmph_20@outlook.com

►►► radial, los fotones son absorbidos por el fotoiniciador, que convierte la energía de la luz en energía química mediante la formación de radicales libres que rompen el doble enlace carbono-carbono en el monómero, lo que permite que la reacción forme un único polímero unido covalentemente. Sin embargo, la fotopolimerización es la conversión de monómeros en polímeros iniciada por fotoiniciadores tras la exposición a la luz de longitudes de onda compatibles². Estas restauraciones se basan en la polimerización mediada por radicales de monómeros de metacrilato multifuncionales e iniciada por la exposición a la luz visible, resultando en materiales estéticos mecánicamente resistentes, con buena biocompatibilidad. Sin embargo, están restringidos por la naturaleza de la polimerización en cadena, y efectos negativos asociados con los sistemas de metacrilato, como son: la conversión limitada del grupo reactivo, la absorción de humedad^{3,4} y el estrés de polimerización resultante en micro fisuras internas dentro de la mayor parte de la materia⁵ y que es responsable de la formación de deflexión cuspeada, microfiltración, caries secundaria, y sensibilidad postoperatoria^{6,7}. Para el alivio de las tensiones generadas y el incremento de la profundidad de polimerización, se han realizado algunas modificaciones en la composición química de las resinas compuestas, como el aumento de la translucidez para una mayor transmisión de la luz activadora, así como la incorporación de monómeros moduladores de la polimerización y la modificación de partículas de relleno⁷.

La fotopolimerización comienza rápidamente después de la irradiación de luz y continúa después de que finaliza su emisión, e incluso se describe que el proceso de fotopolimerización continúa 24 horas después de la irradiación. Por lo tanto, se distinguen dos fases: la primera inicia la fotopolimerización; la segunda ocurre durante el proceso mismo de fotopolimerización, en el cual se formarán macromoléculas para pasar a un estado sólido². Al final de la reacción de polimerización, queda un porcentaje de C=C que no se convirtió en cadenas de enlaces simples dentro del polímero resultante. La proporción de monómero convertido (C - C) a monómero sin reaccionar (C = C) se denomina grado de conversión (GC), y este parámetro afecta en gran medida las propiedades mecánicas y biológicas del polímero resultante. Por lo general, los valores de GC para las resinas compuestas oscilan entre 50% y 75%, con valores de GC más bajos asociados con bajas propiedades mecánicas y más posibilidades de pérdida de material debido a la abrasión, así como otras complicaciones biológicas⁸, incluso para materiales donde los procedimientos de

curado están optimizados se alcanzan la gelificación y vitrificación con conversiones relativamente bajas, lo que hace que las conversiones limitantes sean solo de alrededor del 50 al 70 %⁹.

En la mayoría de los países, las lámparas de curado dental se clasifican como dispositivos médicos, y corresponde al dentista asegurarse de que cualquier dispositivo médico que utilice haya sido “autorizado” o “aprobado” para su uso en pacientes¹⁰.

La evidencia ratifica que varios parámetros pueden afectar el grado de polimerización de una resina compuesta, como su composición (fotoiniciadores, rellenos y matriz orgánica), las características técnicas de la unidad de fotocurado (intensidad de luz, emisión térmica, rango de longitud de onda, diámetro de la punta) y las condiciones de fotopolimerización (modo de curado y tiempo de exposición), el período posterior a la irradiación, temperatura, y el espesor incremental del material³. La carga del relleno, su forma y tamaño, la composición de la matriz de resina, y las condiciones de manipulación, son factores que influyen en la polimerización, además del espesor de la capa, la intensidad de la unidad de curado y los tiempos de exposición⁴. El éxito de las restauraciones depende, entre diversos factores, de una adecuada fotopolimerización de la resina compuesta, estando ésta directamente relacionada a la efectividad de las unidades de fotoactivación, la intensidad y el espectro de emisión de luz¹¹.

En la literatura odontológica en ocasiones se utiliza el término “grado de polimerización” en lugar de Grado de Conversión (GC), siendo que el primero se define como el número de las unidades monoméricas en una molécula de polímero, y el segundo es la medida en porcentaje de enlaces dobles de carbono-carbono que se convierten en enlaces sencillos al polimerizar el material. El GC es un factor importante, que está relacionado con las características físicas y mecánicas de la restauración final, que a su vez depende de la calidad y cantidad de energía entregada al sistema a la hora de polimerizar⁵. Existen diversos factores que pueden ver afectada la profundidad de curado: el tipo de resina compuesta que se utiliza, los incrementos de resina (que no deben ser mayores a 2 mm de espesor), la distancia de la luz medida desde la punta de la lámpara hasta la superficie de la resina, el tiempo y la potencia de radiación de la lámpara². Almuallen et al. indican que el éxito clínico al fotocurar una resina compuesta está directamente relacionado con el grado de conversión de monómeros a polímeros, sin embargo, muchas variables influyen en la cantidad de energía luminosa en la superficie y en la base de esta, lo que puede conllevar a llegar a una ►►►

»» polimerización inadecuada. Uno de los factores para garantizar una adecuada profundidad de polimerización es la distancia entre la fuente de luz y el material restaurador¹².

Autores propusieron una nueva filosofía de investigación para averiguar y contrastar la contracción de polimerización en la que se comparaban las técnicas normales de estratificación y polimerización con otra donde el fotocurado se efectuaba de manera gradual y con intensidad de luz creciente de manera gradual. Esta técnica llamada arranque suave no mostró ninguna fuga en márgenes del esmalte y producen valores similares a los de la técnica convencional para los márgenes de la dentina⁵. A medida que aumenta la distancia de la guía de luz a la restauración, la energía que llega al material, en especial en la base de esta, disminuye y recibe una energía mitigada por la distancia y el grosor del material que debe atravesar. La distancia entre la guía de luz y una restauración es un factor difícil de controlar ya que depende de la configuración de la cavidad, localización del diente, tipo de lámpara o guía de luz, habilidad del operador¹². Ya que el 50% de la energía luminosa que llega al material compuesto se pierde a solo 0,5 mm de profundidad, el 25%, a 1 mm; el 9%, a 2 milímetros; y el 3%, a 3 milímetros. Esta reducción de la resistencia da como resultado lo que comúnmente llamamos profundidad de curado. Es así como la dureza de la resina en su porción más externa asegurará la fotopolimerización; sin embargo, no garantizará una correcta profundidad de curado².

El riesgo de una polimerización insuficiente está influenciado por la irradiancia suministrada por la unidad de fotopolimerización, la habilidad del operador y también por el color u opacidad de las resinas. Se ha descrito que cuando se administró la misma exposición radiante, se encontró que las resinas de tono más oscuro tenían un mayor efecto citotóxico que los tonos más claros, y esto también dependía de la irradiancia entregada por la lámpara de fotocurado^{13,14}. El monómero que no ha reaccionado puede filtrarse de los composites dentales polimerizados y afectar los tejidos blandos. El desempeño funcional de un composite de resina dental depende de sus propiedades mecánicas, químicas y biológicas. Estas propiedades están relacionadas con la red polimérica y los parámetros de polimerización, como la velocidad de polimerización y la CC¹⁵. Idealmente, la punta de la lámpara debería estar en íntimo contacto con la restauración utilizando la emitancia radiante y el tiempo de exposición recomendados por el fabricante. Sin embargo, existen situaciones clínicas como cavidades Clase I y II donde la pared pulpar o gingival presentan

una profundidad considerable, para lo cual es recomendable aumentar el tiempo de exposición a 40-60 segundos si se utilizan lámparas con una emitancia radiante de 600 mW/cm²¹⁶.

Es así como el objetivo de esta investigación fue observar los grados de conversión obtenidos en las resinas más opacas de un sistema de estratificado tras su curado siguiendo los requerimientos indicados por el fabricante, teniendo como punto comparativo y de referencia una resina de un sistema convencional o color estándar; esto con el fin de determinar si existe diferencia de menores grados de conversión de las resinas más opacas de un sistema estratificado en comparación con un sistema convencional; de esta manera descartando o sugiriendo altos valores de monómeros libres en las bases de resinas más opacas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para este estudio fueron seleccionados los tonos más opacos del sistema estratificado de la casa comercial 3M Filtek z350 dentro del color A2, siendo estos el tipo cuerpo A2 (A2B) y el tono tipo dentina A2 (A2D), mencionada la dentina como el tono más opaco entre estos dos en el "perfil técnico del producto" y siendo la de mayor tiempo de curado indicado por el fabricante. Por otro lado, fue seleccionado el sistema convencional o estándar de color A2 de la misma casa comercial de la línea z250, esto con el fin de utilizar el grado de conversión alcanzado por la línea estándar como valores de referencia para determinar si los colores más opacos del sistema estratificado han alcanzado valores similares.

Se realizó un estudio *in vitro*, transversal, observacional y descriptivo con especímenes de resina confeccionados a 2 milímetros de espesor y 5 milímetros de diámetro, bajo los requerimientos indicados en la ficha técnica de cada resina para incrementos de 2 milímetros de espesor y luces con intensidad mínima de 1000 mW/cm³, utilizándose un radiómetro dental digital antes y después del curado de cada espécimen para asegurar una irradiancia continua en el diseño. En el diseño de los especímenes curados se utilizó un dispositivo de plástico para su confección con 5 mm de diámetro y 2 mm de espesor estandarizados. Se utilizó una tira de Mylar por debajo y por encima de cada resina con el fin de obtener superficies regulares; se condensó con un incremento de 2 mm estandarizados con una espátula para resina de teflón y punta activa plana (Hu-Friedy). Todos los instrumentos fueron limpiados entre cada espécimen con alcohol a 96% y una gasa desechable. El incremento se »»

»»» fotoactivó para los especímenes de tipo cuerpo por 10 segundos, para los tipo dentina por 30 segundos y para el color estándar A2 por 10 segundos, de acuerdo con las instrucciones del fabricante por el tipo de incremento. Se elaboraron 3 especímenes totales de tipo cuerpo curados por 10 segundos, 3 especímenes totales de tipo dentina curados por 30 segundos y 3 especímenes de tipo estándar A2 curados por 10 segundos.

Los especímenes fueron medidos con un calibrador de cera y aquellos con medidas inadecuadas fueron descartados. Además, fueron descartados especímenes con mayores irregularidades en sus superficies, aquellos que recibían una irradiancia discontinua de la lámpara LED y cuyo curado fue inadecuado al no encontrarse el emisor de luz en intimo contacto con la muestra.

El instrumento de medición empleado para determinar el grado de conversión fue el *FT-IR Spectrometer Frontier* (Perkin Elmer) con el accesorio de reflectancia total atenuada más el uso de una formula determinante para obtener el grado de conversión. El *FT-IR Spectrometer Frontier* o espectrofotómetro infrarrojo por transformada de Fourier, fue configurado para obtener la absorbancia en un rango de resolución entre 600cm^{-1} a 4000cm^{-1} con una resolución de 16 barridos. El solvente empleado para la limpieza de la ventana fue acetona la cual era aplicada con una toalla absorbente entre cada espécimen analizado con la finalidad de retirar cualquier resto de material que pudiera alterar los resultados; se esperaba el tiempo suficiente hasta que la acetona se volatilizara antes de cada muestreo.

Los especímenes no curados fueron obtenidos directamente de la jeringa de cada resina y llevados a la ventana del espectrofotómetro en el momento que iban a ser analizados; estos especímenes fueron colocados en el dispositivo de plástico que conformó cada espécimen curado previamente, dicho dispositivo fue colocado de tal manera que se encontrase por fuera de los límites de la ventana del espectrofotómetro para que así no fuesen escaneados los componentes del mismo; se colocó de esta manera en el interior del dispositivo un único incremento de 2 milímetros de espesor y 5 milímetros de diámetro de la resina sin hacer uso de tiras de Mylar, dejando en intimo contacto la ventana del espectrofotómetro con el incremento de resina sin curar. Esta tarea se repitió dos veces para cada tipo de resina de tal manera que fueron analizados dos especímenes de la resina tipo cuerpo sin curar y dos de la tipo dentina sin curar.

Tras obtener las bandas correspondientes a la absorbancia de cada espécimen se procedió a la metodología empleada para la obtención del grado de

conversión de cada espécimen. Como la mayoría de los monómeros que componen la fase orgánica de los composites dentales son dimetacrilatos, se utilizó una banda de absorción a $1.635\text{-}1.640\text{ cm}^{-1}$, correspondiente a los dobles enlaces $\text{C}=\text{C}$ en los grupos metacrilato, para la evaluación cuantitativa de los grupos metacrilato que no reaccionaron. Las intensidades máximas se compararon con una referencia interna, la banda de absorción aromática $\text{C}-\text{C}$ a $1.608\text{-}1.610\text{ cm}^{-1}$, que no participó en la polimerización¹⁷⁻¹⁹. El porcentaje de enlaces $\text{C}=\text{C}$ sin reaccionar para el compuesto a base de metacrilato se calculó a partir de la relación del área del pico de absorbancia de los enlaces alifáticos $\text{C}=\text{C}$ (1.638 cm^{-1}) frente al estándar interno aromático $\text{C}-\text{C}$ (1.608 cm^{-1}) antes y después del curado de la muestra²⁰⁻²⁵ usando el software *Microsoft® Excel®* para *Microsoft 365 MSO* (versión 2310 compilación 16.0.16924.20054) de 64 bits (*Figura 1*).

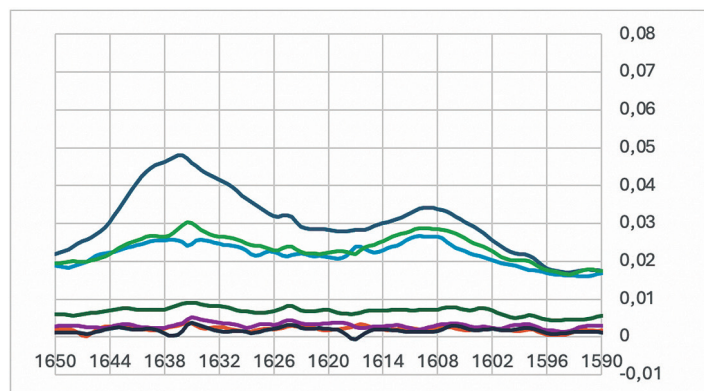


FIGURA 1. Picos de absorbancia de las resinas dentales estudiadas (Banda $1590\text{-}1650\text{ cm}^{-1}$)

El Grado de Conversión (GC) se obtuvo mediante la siguiente ecuación la cual es ampliamente usada en estudios de Grado de Conversión que, aunque puede expresarse de diferente manera en cada estudio, esencialmente es la misma¹⁵⁻³²:

RESULTADOS

Los valores de GC obtenidos (*Tabla 1*) se evaluaron en el programa *IBM SPSS Statistics 26*, de acuerdo con el tamaño de la muestra fue ejecutado una prueba de Kruskal-Wallis para determinar si las diferencias observadas eran estadísticamente significativas entre los tres grupos, luego fue realizada la prueba t de Student para muestras independientes entre cada resina del sistema estratificado con la resina de tipo convencional; debido a que los datos no cumplen con las suposiciones de normalidad necesarias para un análisis de varianza ANOVA.



TABLA 1. Valores de % de grado de conversión obtenidos por cada espécimen de cada grupo tras aplicar la fórmula en cada banda de absorbancia.

	GRADOS DE CONVERSIÓN OBTENIDOS DE CADA ESPÉCIMEN (PORCENTAJE)		
A2 Estándar	25.3520237	29.4236506	32.1113576
Cuerpo	24.7405885	25.8869457	26.7895884
Dentina	22.4795484	21.2681072	24.0448301

»» De acuerdo con el análisis de Kruskal-Wallis (Figura 2), con un nivel de significancia del 0.51 entre los tres grupos establecido en un nivel de 0.50, se observó que la distribución de Grado de conversión (porcentaje) es la misma entre los tres tipos de resina; presentándose significaciones asintóticas.

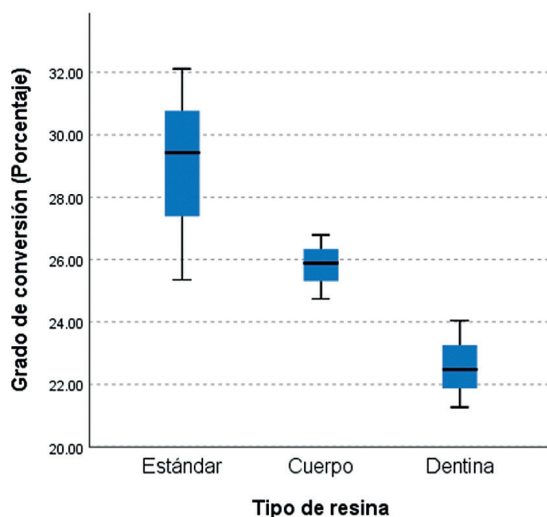


FIGURA 2. Boxplot de prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes.

Tras el análisis t de Student (con significancia = 0.05) se determinó por separado, si cada resina del sistema estratificado alcanzaba valores similares a la resina de tipo estándar. De tal manera que se observó un valor de significancia de 0.17 entre la resina de tipo estándar y la tipo cuerpo, indicando que no hay evidencia suficiente para afirmar que las medias son diferentes entre estos dos. Por otro lado, se observó un valor de significancia de 0.24 entre la resina tipo estándar y la tipo dentina que, aunque mayores, no representa que las medias son diferentes entre estos dos.

Tras este análisis se observa que, dentro de una significancia establecida en 0.050 en ambos análisis, las

resinas dentales más opacas (cuerpo y dentina) del sistema estratificado, al menos en el color A2, presentan valores de grado de conversión semejantes a los de tipo estándar A2, siendo así que su grado de conversión alcanzado es similar en los tres grupos tras seguir las indicaciones dadas por el fabricante en cada tipo de producto.

DISCUSIÓN

En los recursos bibliográficos actuales se encuentra múltiple evidencia científica sobre el grado de conversión que es obtenido tras analizar diferentes especímenes de resina; no obstante los resultados aquí obtenidos no pueden ser comparados con estas bibliografías debido a que no se han detallado variables fundamentales para la comparación de resultados como lo es el tipo de escaneo que se le realiza a la muestra en el espectrofotómetro, siendo este uno de los aspectos más importantes ya que se han descrito numerosas técnicas de obtención de los picos de absorbancia; tenemos por ejemplo trabajos como el de Atali P.Y. et al. en 2022 en el cual para el análisis de las muestras no curadas se esparcieron sobre tiras de bromuro de potasio y por otro lado las muestras curadas fueron trituradas hasta obtener un polvo fino utilizando un mortero, para después a partir de este, registrar sus picos de absorbancia, lo que descarta análisis por superficie.

Angélica-Silva V. et al. 2020 en su estudio encontró que los valores de conversión obtenidos por las resinas z350 han sido superiores a los de la resina z250, aunque no de manera significativa; que, aunque coincide con nuestra investigación respecto al no encontrar diferencias significativas, se diferencia en sentido contrario de la resina que obtuvo mayor grado de conversión la cual ha sido la z250. No obstante, se hace hincapié que en el estudio de Angelica-Silva no ha sido mencionado en qué presentación o superficies ha sido estudiada la resina.

A pesar de la existencia de estudios similares donde han sido evaluados los mismos tipos de resinas en condiciones diferentes, la comparación de resultados entre otros estudios y este no ha sido determinante para la toma de conclusiones; en otras palabras, los resultados presentados en los otros estudios son manejados de manera distinta a este, dando como último ejemplo el estudio de Siang-Lin G.S. et al. en 2020 que evaluaron dentro de su estudio la resina z350 pero se han olvidado de mencionar en su artículo el tono o tipo de resina que fue utilizado para sus muestras; los incrementos en mm que han realizado; o bien si han sido evaluadas las muestras en sus superficies o han recibido »»

»»» tratamiento alguno sus muestras para la toma de espectrofotometría.

De esta manera se resalta la importancia de especificar las características principales de los especímenes al ser estudiado su grado de conversión en estudios futuros similares a este, encontrándose: el tipo o tono de la resina; el número de incrementos; el tiempo curado; la irradiancia considerada; el tratamiento empleado para la toma de muestras; el tamaño y el tipo de molde empleado.

CONCLUSIONES

Se ha encontrado en este estudio que, a pesar de poseer un tono más opaco, las resinas del sistema estratificado alcanzan grados de conversión similares a los de una resina de sistemas estándar o convencional que, aunque presenta diferencias, estas son poco significativas para afirmar que las resinas opacas del sistema estratificado curan menos. No obstante, se resalta la importancia seguir las indicaciones del fabricante ya que con ello se ha conseguido llegar a estos resultados. Finalmente, aunque en este estudio no se han estudiado los efectos citotóxicos de las resinas, se sugiere realizar un análisis estadístico de grado de conversión en estudios citotóxicos para determinar si estas pequeñas diferencias aquí encontradas (no significativas dentro de una significancia de 0.050) sí llegasen a serlo al determinar su nivel de citotoxicidad en la pulpa, justificando cambiar las significancias en los análisis estadísticos a menores a 0.050. ●

BIBLIOGRAFÍA

- Palacios Rivas CG, Cruz Flores DD, Ibáñez Sevilla CT, Ruiz Barrueto MÁ. Intensidad lumínica de las lámparas de fotocurado LED en los consultorios odontológicos de Piura, Perú. *Rev Cubana Estomatol.* 2022 Enero; 59(2).
- Aquino Valverde AJ, Aguilar Vargas GdP, Díaz Fernández JM, Leiva Ramírez PA, Quintanilla Labajos DA, Atoche Socola KJ, et al. Efectividad de fotopolimerización usando lámparas LED: una revisión. *Revista Científica Odontológica.* 2022 Septiembre; 10(03).
- Calatrava Oramas LA. Resinas compuestas con funciones terapéuticas. Evolución y perspectivas. *RODYB.* 2020 Septiembre-Diciembre; 9(3).
- Calatrava Oramas LA. Resinas compuestas en posteriores: bases cavitarias, eliminación parcial de caries y terapia en lesiones profundas. ¿Fin de un arquetipo? *Acta Odontológica Venezolana.* 2021 Mayo; 59(1).
- Argento M, Zarzosa Lopez JI, Pallares A, Vella G. Nuevo enfoque en la modelación del composite dental en la práctica clínica mediante una nueva concepción en la estratificación. *Odontología Conservadora.* 2019 Diciembre; 24(4).
- Durán Ojeda G, Tisi JP, Urzúa I. Alternativas clínicas para el uso de composites Bulk-Fill compactables y fluidos: Reporte de un caso paso a paso. *Odovtos International Journal of Dental Sciences.* 2021 Enero-Abril; 23(1).
- Gutiérrez-Leiva A, Pomacóndor-Hernández C. Comparación de la profundidad de polimerización de resinas compuestas bulk fill obtenida con dos unidades de fotoactivación LED: polywave. *Odontol.* Sanmarquina. 2020 Mayo; 23(2).
- Hasanain FA, Nassar HM. Utilizing Light Cure Units: A Concise Narrative Review. *MDPI.* 2021 Mayo; 13(1596).
- Maktabi H, Ibrahim M, Alkhubaizi Q, Weir M, Xu H, Strassler H, et al. Underperforming light curing procedures trigger detrimental irradiance-dependent biofilm response on incrementally placed dental composites. *Journal of Dentistry.* 2019 Marzo; 88(103110).
- Price RB, Ferracane JL, Hickel R, Sullivan B. The light-curing unit: An essential piece of dental equipment. *International Dental Journal.* 2020; 70: p. 407-417.
- Pereira T. Resinas compuestas "bulk": propiedades físico-mecánicas con diferentes densidades de led. *Revista de Operativa Dental y Biomateriales.* 2019 Septiembre - Diciembre; 8(3).
- Vásquez-Castro E, Portella-Atamari J, Melendez D, Ramirez-Vilchez N, Delgado-Cotrino L. Evaluación del tiempo de exposición de una resina Bulk-Fill en preparaciones profundas. *Rev Estomatol Herediana.* 2022 Enero-Marzo; 32(1).
- Claus-Peter E, Price RB, Callaway A, Masek A, Schwarm H, Rullman I, et al. Visible light curing devices - Irradiance and use in 302 German Dental Offices. *The Journal of Adhesive Dentistry.* 2018; 20(1).
- Angélica Silva V, de Lacerda Gontijo SM, Gatti A, de Abreu Poletto LT, Henriques Alvim H. Cytotoxicity and degree of conversion of methacrylate and silorane. *Brazilian Journal of Oral Sciences.* 2020 Septiembre; 19.
- Roque J. Microdureza, resistencia a la flexión y grado de conversión en resinas compuestas: su relación con el proceso de fotopolimerización, como interpretarlos y aplicarlos a la selección del material restaurador. *RODYB.* 2023 Mayo-Agosto; 12(2).
- Meléndez D, Delgado L, Tay L. La ciencia detrás de las lámparas de polimerización led. *Revista de Operativa Dental y Biomateriales (RODYB).* Septiembre - Diciembre 2021; 10(3).
- Sarialioglu Gungor A, Durmus A, Zengin Kurt B, Selin Köymen S, Dönmez N. Depth of Cure, Mechanical Properties and Morphology of Dual-Cure Bulk-Fill Composites. *ODOVTOS-Int. J. Dental Sc.* 2022 Octubre; 25(1).
- Sarialioglu-Gungor A, Durmus A, Zengin-kurt B, Koymen SS, Donmez N. Depth of Cure, Mechanical Properties and Morphology of Dual-Cure Bulk-Fill Composites. *Odovtos International Journal of Dental Sciences.* 2023; 25(1).

19. Moldovan M, Balazsi R, Soanca A, Roman A, Sarosi C, Prodan D, et al. Evaluation of the Degree of Conversion, Residual Monomers and Mechanical Properties of Some Light-Cured Dental Resin Composites. *MDPI Materials*. 2019 Junio; 12(2109).
20. Ghavami-Lahiji M, Firouzmanesh M, Bagheri H, Kashi TS, Razazpour F, Behroozibakhsh M. The effect of thermocycling on the degree of conversion and mechanical properties of a microhybrid dental resin composite. *Restor Dent Endod*. 2018 Mayo; 43(2).
21. Balagopal S, Geethapriya N, Anisha S, Hemasathya BA, Vandana J, Dhatshayani C. Comparative evaluation of the degree of conversion of four different composites polymerized using ultrafast photopolymerization technique: An in vitro study. *J Conserv Dent*. 2021 Julio; 24(1).
22. Mostafa Shalaby, Mohamed Ghorab S, Mohamed Elsherbey A. Comparative Study on The Structure, Physical Properties and Hardness Indentation of a Bulk Fill & An Incremental Composite Resin Restorative Materials. *Journal of Advances in Physics*. 2020; 17.
23. Siang Lin GS, Abdul Ghani NRN, Huda Ismail N, Prabhakar Singbal K, Mohd Yusuff NM. Polymerization Shrinkage and Degree of Conversion of New Zirconia-Reinforced Rice Husk Nanohybrid Composite. *European Journal of Dentistry*. 2020; 14(3).
24. Rezaei S, Abbasi M, Mahounak FS, Moradi Z. Curing Depth and Degree of Conversion of Five Bulk-Fill Composite Resins Compared to a Conventional Composite. *The Open Dentistry Journal*. 2019 Noviembre; 13.
25. Taher RM, Moharam LM, Amin AE, Zaazou MH, El-Askary FS, Ibrahim MN. The effect of radiation exposure and storage time on the degree of conversion and flexural strength of different resin composites. Taher et al. *Bull Natl Res Cent*. 2021; 45(146).
26. El Gayar MI, Moustafa EM, Ghoneim MM. Microhardness and degree of conversion of recently introduced bulk fill composite resin using different application techniques. *Alexandria Dental Journal*. Abril 2023; 48(1).
27. Lempel E, Ori Z, Kincses D, Lovász BV, Kunsági-Maté S, Szalma J. Degree of conversion and in vitro temperature rise of pulp chamber during polymerization of flowable and sculptable conventional, bulk-fill and short-fibre reinforced resin composites. *Dental Materials Journal*. 2021; 37.
28. Al-Qahatani YM, Al-Omari M, Mathew ST, Al-qarni MA. Degree of Conversion of Nanoceramic and Microhybrid Composites Activated by Different Polymerization Modes at Different Intervals: An In Vitro Comparative Study. *The Journal of Contemporary Dental Practice*. 2020 enero; 21(1).
29. Par M, Spanovic N, Mohn D, Attin T, Taubock TT, Tarle Z. Curing potential of experimental resin composites filled with bioactive glass: A comparison between Bis-EMA and UDMA based resin systems. *Dental Materials Journal*. 2020; 36.
30. Yılmaz Atalı P, Doğru Kaya , Manav Özen A, Tarçın B, Aslı , Senol A, Tüter Bayraktar E, et al. Assessment of Micro-Hardness, Degree of Conversion, and Flexural Strength for Single-Shade Universal Resin Composites. *MDPI Polymers*. 2022; 14(4987).
31. Par M, Spanovic N, Tauböck TT, Attin T, Tarle Z. Degree of conversion of experimental resin composites containing bioactive glass 45S5: the effect of post-cure heating. *Scientific Reports Nature Research*. 2019; 9(17245).
32. Berghaus E, Klocke T, Maletz R, Petersen S. Degree of conversion and residual monomer elution of 3D-printed, milled and self-cured resin-based composite materials for temporary dental crowns and bridges. *Journal of Materials Science: Materials in Medicine*. 2023 Mayo; 34(23).