



UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA

Facultad de
ESTOMATOLOGÍA

EVALUACIÓN DEL TIEMPO DE EXPOSICIÓN DE UNA RESINA

BULK-FILL EN PREPARACIONES PROFUNDAS

EVALUATION OF THE EXPOSURE TIME OF A BULK-FILL RESIN IN

DEEP PREPARATIONS

TESIS EN LA MODALIDAD DE ARTÍCULO CIENTÍFICO PARA OPTAR EL

TÍTULO PROFESIONAL DE CIRUJANO DENTISTA

AUTORES:

JOSÉ ANTONIO PORTELLA ATAMARI

EVA MARÍA VÁSQUEZ CASTRO

ASESORA:

MG. LEYLA DELGADO COTRINA

LIMA-PERÚ

2022

JURADO

Presidente: Mg. Janett Mas López

Vocal: Dra. Elizabeth Rosario Casas Chavez

Secretario: Dra. Lidia Yileng Tay Chu Jon

Fecha de Sustentación: 14 de febrero 2022

Calificación: APROBADO

ASESORA DE INVESTIGACIÓN

ASESORA

Mg. Leyla Antoinette Delgado Cotrina

Departamento Académico de Clínica del Adulto

ORCID: 0000-0002-3027-178X

DEDICATORIA

PORTELLA ATAMARI, JOSÉ ANTONIO

A mis padres y hermana, quienes me apoyan e instruyen incondicionalmente.

VÁSQUEZ CASTRO, EVA MARÍA

Dedico este trabajo a mis padres, que me han inspirado y guiado desde el inicio de esta carrera. Me han dado la fuerza para seguir adelante, orientándome en mis decisiones.

Este logro va para ustedes.

AGRADECIMIENTOS

A nuestra asesora la Dra. Leyla Delgado Cotrina por el apoyo brindado durante toda la duración del proyecto.

A nuestros padres por el apoyo incondicional que nos brindaron en toda nuestra carrera universitaria.

FUENTES DE FINANCIAMIENTO

Los autores declaran no tener fuentes de financiamiento.

DECLARACIONES Y CONFLICTO DE INTERÉS

Los autores declaran no tener conflictos de interés

TABLA DE CONTENIDOS

	pág.
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	4
III. MATERIALES Y MÉTODOS	4
IV. RESULTADOS	6
V. DISCUSIÓN	7
VI. CONCLUSIONES	13
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	14
VIII. TABLAS, GRÁFICOS Y FIGURAS	19
ANEXO	

RESUMEN

Antecedentes: Las resinas compuestas tipo Bulk-Fill se han desarrollado a lo largo de los años, y son usadas con mayor frecuencia en piezas posteriores con preparaciones más extensas y profundas. Este material muestra una menor contracción de polimerización. Uno de los beneficios más resaltantes es que, esta podría ser utilizada en incrementos de 4 a 5 mm, disminuyendo así el tiempo de trabajo clínico. **Objetivos:** Determinar el tiempo de fotoactivación necesario para polimerizar una resina Bulk-Fill ubicada en zonas profundas. **Materiales y Métodos:** En el presente estudio experimental *in vitro*, se confeccionaron especímenes de resina compuesta Filtek One Bulk-Fill (3M ESPE, St. Paul, EE.UU.) de 5x5x5 mm color A2 fotoactivado a una distancia de 0 mm/10 s, 0 mm/20 s, 3 mm/10 s, 3 mm/20 s, 3 mm/30 s y 3 mm/40 s (n=5). La microdureza superficial se registró en la superficie y en la base de cada espécimen. **Resultados:** El mayor valor de microdureza se registró en el grupo BF 0 mm/20 s y BF 3 mm/40 s ($p < 0.05$), seguido por los grupos BF 3 mm/20 s y BF 3 mm/30 s ($p > 0.05$). Los menores valores de microdureza se encontraron en los grupos BF 0 mm/10 s y BF 3 mm/10 s. **Conclusión:** Se requiere de 40 s de fotoactivación para polimerizar una resina Bulk-Fill ubicada en zonas profundas, cuando la lámpara está a una distancia de 3 mm de la superficie de la resina.

Palabras claves: Microdureza, tiempo, resina compuesta, polimerización (DeCS).

ABSTRACT

Background: Bulk-Fill type composite resins have been developed over the years, and are most often used in posterior parts with more extensive and deeper preparations. This material shows less polymerization shrinkage. One of the most outstanding benefits is that it could be used in increments of 4 to 5 mm, thus decreasing the clinical working time. **Objectives:** To determine the photoactivation time necessary to polymerize a Bulk-Fill resin located in deep areas. **Materials and Methods:** In the present experimental in vitro study, specimens of Filtek One Bulk-Fill composite resin (3M ESPE, St. Paul, USA) of 5x5x5 mm color A2 photoactivated at a distance of 0 mm/10 s, 0 mm/20 s, 3 mm/10 s, 3 mm/20 s, 3 mm/30 s and 3 mm/40 s (n=5) were fabricated. Surface microhardness was recorded on the surface and at the base of each specimen. **Results:** The highest microhardness value was recorded in group BF 0 mm/20 s and BF 3 mm/40 s ($p < 0.05$), followed by groups BF 3 mm/20 s and BF 3 mm/30 s ($p > 0.05$). The lowest microhardness values were found in the BF 0 mm/10 s and BF 3 mm/10 s groups. **Conclusion:** It takes 40 s of photoactivation to polymerize a Bulk-Fill resin located in deep areas, when the lamp is 3 mm away from the resin surface.

Keywords: Microhardness, time, composite resin, polymerization (DeCS).

I. INTRODUCCIÓN

Las resinas compuestas Bulk-Fill han sido desarrolladas para ser utilizadas en restauraciones posteriores (1), mayormente en preparaciones extensas y profundas, ya sea en piezas vitales o piezas con tratamiento de conducto. Una de las ventajas más resaltantes es que esta puede ser usada en incrementos de 4 a 5 mm, reduciendo de esta manera el tiempo de trabajo clínico (2). Otra de las características importantes de las resinas Bulk-Fill es su mayor translucidez, la cual hace posible una mayor profundidad de polimerización y en consecuencia trabajar con grandes incrementos del material (3). Todo material restaurador presenta cierta contracción al momento de la fotopolimerización, sin embargo, este material presenta menor contracción al fotopolimerizar (4). Sumado a lo anterior, Tauböck *et al.* indican que este tipo de resinas presentan una mayor biocompatibilidad debido a su mayor profundidad de polimerización y translucidez (5).

Se ha demostrado que no existen diferencias significativas entre el desempeño clínico entre una resina convencional y una resina Bulk-Fill (6). Sin embargo, la eficacia de la polimerización relacionada a resinas colocadas en grandes volúmenes no se ha estudiado en diferentes situaciones clínicas como en restauraciones Clase 2 o en dientes con tratamiento de conducto en las que la luz necesaria para polimerizar zonas profundas puede minimizarse por la distancia entre la guía de la lámpara y la resina compuesta.

Si bien las dimensiones de la cámara pulpar tienen posibilidad de padecer modificaciones en el tiempo por diferentes factores, es posible estandarizar una altura

promedio. Las medidas promedio que existen desde la cara oclusal al piso de la cámara pulpar es de aproximadamente 8.33 mm en molares mandibulares y 8.70 mm en molares maxilares (7).

En cavidades profundas, se indica una técnica incremental cuando se emplean resinas convencionales. Los incrementos deben de ser de 2 mm para garantizar una polimerización eficaz y reducir los efectos de la contracción de polimerización del material. 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, hay muchas variables que 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 (8). Uno de los factores para garantizar una adecuada profundidad de polimerización es la distancia entre la fuente de luz y el material restaurador (9).

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 (8,9). Al Zain *et al.* quienes investigaron la radiación recibida en la base del incremento de una resina compuesta cuando se usa el tiempo de fotocurado referido por el fabricante comparado a una exposición de radiación constante en la polimerización a ciertas distancias con 3 unidades de luz diferentes, lámpara halógena Optilux 401 (Kerr), lámpara LED con un único pico de emisión Demi Ultra (Kerr) y una lámpara LED con múltiples picos de emisión VALO cordless (Ultradent), todas con una exposición

radiante entre 10 - 11 J/cm² y con una distancia de 0, 2 y 8 mm. Determinaron que a pesar que se use el tiempo referido por el fabricante, la intensidad se verá afectada si la distancia de esta al material se incrementa (10).

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 operador. Almualllem *et al.* encontraron una reducción de la intensidad de luz a una distancia de 10 mm de 30%, 84.6% y 63.4% con las lámparas Bluephase G2 (1191 mW/cm²), Bluephase/Turbo tip (1763.2 mW/cm²) y Blue phase Style (1255.2 mW/cm²), respectivamente. Asimismo, se comprobó que a una distancia de 6 mm la intensidad que reciba el material dependerá de la unidad de luz, ya que en el caso de la Bluephase G2 se vio un aumento de la intensidad recibida por el material (11%) a diferencia de las otras dos unidades, donde se comprobó una disminución del 65% y 26% respectivamente. Por lo tanto, concluyeron que hay una reducción significativa en la energía de luz transmitida a través de las muestras con el aumento de la distancia (8). Rueggeberg *et al.* y Aravamudhan *et al.* determinaron también la influencia de la distancia de la guía de luz a la superficie del material, indicando de igual forma que la polimerización será menor a mayor distancia, sin embargo, diferentes factores podrían influenciar los resultados. (11,12)

Mousavinasab *et al.* determinaron que el tiempo de fotocurado también es un factor importante que afecta la polimerización de las resinas compuestas (13). Este va a estar relacionado con la intensidad de la luz de la lámpara y la distancia de fotocurado. Tsuzuki *et al.* y Özduman *et al.* señalaron que, a mayor tiempo de

polimerización, mayor será el grado de conversión, por lo que la utilización de un tiempo adecuado es fundamental para una óptima polimerización (9,13,14)

En base a lo antes mencionado, el propósito de este estudio fue determinar el tiempo de fotoactivación necesario para polimerizar una resina Bulk-Fill ubicada en zonas profundas.

II. OBJETIVOS

Objetivo general:

Determinar el tiempo de fotoactivación necesario para polimerizar una resina Bulk-Fill ubicada en zonas profundas.

Objetivos específicos:

1. Determinar la microdureza superficial de una resina compuesta Bulk-Fill colocada en zonas profundas a 10 s, 20 s, 30 s y 40 s.
2. Comparar la microdureza superficial de una resina compuesta Bulk-Fill colocada en zonas profundas a 10 s, 20 s, 30 s y 40 s.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio experimental *in vitro* fue registrado en el Comité de Ética de la universidad Peruana Cayetano Heredia, registrado con el código SIDISI número de aprobación 205247. La muestra estuvo formada por especímenes de resina compuesta Filtek One Bulk-Fill (3M ESPE, St. Paul, EE.UU.) de 5x5x5 mm para color A2 (n=5) fotoactivadas a una distancia de 0 mm /10 s, 0 mm/20 s, 3 mm/10 s, 3 mm/20 s, 3

mm/30 s y 3 mm/40 s (n=5). Los especímenes fueron distribuidos aleatoriamente. Se seleccionaron especímenes libres de burbujas o de solución de continuidad.

Confección de los especímenes

Se prepararon discos de resina compuesta Filtek One Bulk-Fill (3M ESPE St. Paul, EE.UU) con una matriz de teflón, la cual tenía un orificio medio de 5x5x5 mm. Sobre una superficie plana, se colocó una cartulina Canson negra y sobre esta, una platina de vidrio. Sobre la platina de vidrio se colocó una cinta celuloide y sobre la cinta, la matriz de teflón. La resina se colocó en un único incremento con una espátula para resina TNPFIW3 (Hu-Friedy, Chicago, EE.UU.); luego, se colocó otra cinta celuloide y otra platina de vidrio. Se empleó una pesa de 1 kg durante 30 s para eliminar residuos y generar una superficie lisa. Posteriormente, se retiró la pesa y la platina de vidrio. La resina se fotoactivo con la lámpara LED Elipar DeepCure (3M, St. Paul, EE.UU.) con 1470 mW/cm^2 durante 10 s, 20 s, 30 s y 40 s de acuerdo a cada grupo experimental. Los especímenes fueron envueltos en papel aluminio en un ambiente seco y oscuro durante 24 horas.

Microdureza superficial

Se realizaron 4 indentaciones por cada superficie superior e inferior de los especímenes para determinar la microdureza superficial. Se utilizó un microdurómetro Vickers con una carga de 100 gr. por 30 s.

Los datos fueron analizados a través de Software Stata 24. Se utilizó estadística descriptiva (media y desviación estándar). Posteriormente, se verificó la normalidad de los datos con la prueba de Shapiro-Wilk. La comparación de medias de microdureza se realizó con la prueba ANOVA/Duncan con un nivel de significancia de 0.05/intervalo de confianza de 95%.

IV. RESULTADOS

Los valores de microdureza de la resina fotoactivada a diferentes tiempos de exposición con una distancia de 0 y 3 mm se muestran en la Tabla 1.

En la superficie superior de las muestras, se observó que los mayores valores de microdureza se encontraron en el grupo BF 0 mm/20 s, seguido por BF 3 mm/30 s y BF 3 mm/40 s ($p < 0.05$). No se encontró diferencias significativas entre los grupos BF 3 mm/30 s y BF 3 mm/40 s ($p > 0.05$). Los menores valores de microdureza se observaron en el grupo BF 3mm/10 s y BF 3 mm/20.

En la superficie inferior de las muestras, se observó que los valores de microdureza fueron significativamente mayores en los grupos BF 0 mm/20 s y BF 3 mm/40 s ($p < 0.05$), seguido por los grupos BF 3 mm/20 s y BF 3 mm/30 s ($p > 0.05$). Los

menores valores de microdureza se encontraron en los grupos BF 0 mm/10 s y BF 3 mm/10 s .

Asimismo, se encontró que para todos los grupos los valores de microdureza fueron mayores en la superficie superior que en la superficie inferior($p<0.05$).

Todos los grupos presentaron una profundidad de polimerización mayor a 80% excepto el grupo BF 0 mm/10 s.

V. DISCUSIÓN

Las resinas Bulk-Fill fueron desarrolladas para poder realizar restauraciones con incrementos de mayor grosor o volumen y así disminuir el tiempo clínico de trabajo (15). La polimerización adecuada de este material es de gran importancia para un buen desempeño clínico que dependerá de varios factores, tanto intrínsecos como extrínsecos (16). Uno de los factores extrínsecos para lograr esta adecuada polimerización es el tiempo de exposición a la luz azul (17). Este permitirá un grado de conversión y una profundidad de polimerización apropiada para el material, las cuales son necesarias para evitar complicaciones postoperatorias como disminución de la resistencia al desgaste, aumento de citotoxicidad del material, pigmentación, filtración marginal y la falla de unión en la interfaz diente/restauración (18). Bucuta *et al.* informaron que las resinas Bulk-Fill transmiten mejor la luz comparada con las resinas convencionales. A pesar de que presentan una mayor translucidez, las capas más profundas no logran una polimerización óptima como la superficie debido a la atenuación de la luz o el ángulo de la punta de guía de luz de la lámpara en cavidades

extensas (19). Por lo tanto, el objetivo del presente estudio fue determinar el tiempo de fotoactivación necesario para polimerizar una resina Bulk-Fill ubicada en zonas profundas.

Debido a que las propiedades mecánicas están relacionadas con la cantidad de dobles enlaces producidos en la reacción de polimerización y, por lo tanto, al grado de conversión, lo cual se ve reflejado en las propiedades mecánicas de la restauración. Como consecuencia, la microdureza es considerada como un método efectivo para medir la calidad de polimerización de los materiales (20). Leprince *et al.* demostraron que la microdureza puede ser considerada como una medida indirecta del grado de conversión debido a que su evaluación genera resultados similares a los obtenidos con métodos más directos como la espectroscopia infrarroja de Fourier (21).

En el presente estudio, analizando la superficie inferior, los mayores valores de microdureza se observaron en los grupos BF 0 mm/20 s (56.31 HV) y BF 3 mm/40 s (56.63 HV) indicando que a mayor tiempo de exposición mayores valores de microdureza. Estos valores coinciden con los resultados de Tarle *et al.* quienes demostraron mayor grado de conversión en incrementos de resinas Bulk-Fill de 4 mm con tiempos de exposición de 30 y 40 segundos que aquellos expuestos a 10 y 20 segundos (22). Esto es debido a que a mayor tiempo de exposición, se llega a generar mayor número de cadenas poliméricas, por lo tanto, se obtienen mejores propiedades del material, entre ellas la microdureza (23).

Farahat *et al.* evaluaron la influencia del tiempo de exposición (20 y 40 s) y la profundidad de la restauración (2, 4 y 6 mm) en la microdureza de una resina Bulk-Fill (Tetric N-ceram bulk fill, Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein, Germany) y una convencional (Tetric N-ceram, Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein, Germany). Encontraron que los valores de microdureza de la resina Tetric N-ceram Bulk-Fill fueron mayores que Tetric N-ceram en todos los tiempos, además, a mayor profundidad (6 mm), menores valores de microdureza. Finalmente, recomiendan un incremento del tiempo de exposición de 20 a 40 s en condiciones clínicas (24).

Shimokawa *et al.* evaluaron la influencia del tiempo de exposición de 10 y 20 s en la microdureza superficial de las resinas Filtek Bulk Fill Posterior y Tetric Evo Ceram Bulk. Emplearon el tiempo de exposición de 10 s de acuerdo con el tiempo establecido por el fabricante sin recibir ninguna polimerización complementaria por vestibular o lingual. Encontraron que, al duplicar el tiempo a 20 s en la superficie oclusal, los valores de microdureza aumentaron en todos los casos y el patrón de polimerización fue más homogéneo independientemente de la resina o lámpara evaluada (25).

En relación a la distancia, en este estudio se estableció una distancia de 3 mm para polimerizar la resina Bulk-Fill tratando de emular una restauración en preparaciones profundas, en el cual se encontró que el menor valor de microdureza estaba en los especímenes fotoactivados a 10 s. Este tipo de resinas presentan una mayor

translucidez, lo cual va a facilitar la transmisión de luz, permitiendo una mejor polimerización del material cuando se inserta en grandes incrementos (26). Al-Zain *et al.* evaluaron la influencia de la distancia en una resina compuesta (Tetric Evo Ceram), utilizando el tiempo de exposición recomendado por el fabricante (20 s), en comparación con una exposición constante, utilizando tres unidades diferentes de polimerización (Optilux 401, Demi Ultra y Valo Cordless). Las muestras evaluadas fueron polimerizadas a distancias de 0, 2 y 8 mm. El tiempo de polimerización fue de 20 s para la unidad de luz con un valor de irradiancia inferior a 1000 mW/cm² y de 10 s para las superiores a 1000 mW/cm². Las distancias de polimerización a 2 mm y 8mm representaron los mejores y peores escenarios clínicos, respectivamente, en comparación con la distancia ideal de 0 mm. Los resultados mostraron una disminución del 92-95% en la irradiancia de la superficie superior comparada con la superficie inferior. Esto implica que gran parte de la luz se dispersa en la superficie superior de una muestra (10).

Algunos autores consideran que un valor de microdureza que supera los 50 HV es considerado ideal para las resinas compuestas (27). Sin embargo, se ha establecido un consenso en relación con la profundidad de polimerización de una resina que establece que el porcentaje de microdureza de superficie inferior/superior debe ser mayor a 80%. Los mayores valores de microdureza alcanzados en la superficie superior en relación con la superficie inferior puede explicarse por la atenuación de la luz (a la reflexión, la absorción y la dispersión) a medida que viaja a través de la resina compuesta. Sin embargo, es importante señalar que el grupo BF 3 mm/10 s

alcanzó 80.34 %, debiendo tener cuidado en los casos donde las situaciones clínicas escapen a las condiciones experimentales de este estudio. Esta relación porcentual entre ambas superficies denota un valor fiable para la profundidad de curado cuando la microdureza de la superficie inferior equivale al 80-90% de la microdureza de la superficie superior de la restauración. En el caso del grupo BF 0 mm/10 s, esta relación porcentual no se cumplió a pesar de estar a 0 mm de distancia. Esto pudo ser causado por el uso de la mitad del tiempo de exposición recomendado por el fabricante (20 segundos), además de lo crítico que involucra el disminuir el tiempo de polimerización cuando se trabaja con grandes volúmenes. De este modo, no se logra una adecuada densidad de energía radiante, por lo tanto, moléculas de alcanforquinona no excitada permanecen en las capas más profundas de la resina compuesta, disminuyendo el grado de conversión y, por ende, la microdureza. (28)

Almuallen *et al.* evaluaron la transmisión de luz y la microdureza en especímenes de 4 mm de dos resinas Bulk-Fill (Tetric Evo Ceram y Filtek) en tres diferentes distancias (2, 6 y 10 mm.) y con tres diferentes unidades de luz Bluephase G2 (1191 mW/cm²), Bluephase/Turbo tip (1763.2 mW/cm²) y Bluephase Style (1255.2 mW/cm²) usando en todos los casos un tiempo de 20 s para la fotopolimerización. Se encontró una reducción significativa de la energía transmitida a través de las muestras. Este fenómeno se basa en la ley de Lambert-Beer, que establece que la energía luminosa que incide sobre la superficie de un material, se ve afectada por un coeficiente de atenuación, al intentar atravesarlo, que es proporcional a las características físicas del propio material (21). Asimismo, recalcan la importancia de

la correspondencia entre la longitud de onda producida por las fuentes de luz y la resina compuesta utilizada para una mejor polimerización (8).

Comba *et al.* evaluaron la influencia de la profundidad de polimerización mediante microdureza de Vickers de 6 resinas Bulk-Fill. Todas las resinas mostraron una disminución en los valores de microdureza a medida que aumentaba la profundidad (6 mm). Los resultados del estudio, corroboran las especificaciones de los fabricantes, y establecen que las resinas Bulk-Fill pueden ser usadas en aumentos de 4 mm con una menor contracción de polimerización, adecuada adaptación a la cavidad y grado de conversión, en lugar de realizar la técnica incremental convencional (29).

Según los resultados, cuando se utiliza una resina Bulk-Fill en cavidades profundas y la lámpara está alejada del material, se recomienda incrementar el tiempo de exposición a 40 s a fin de garantizar mejores propiedades del material. Este tiempo mostró similares valores de microdureza que el tiempo de 20 s con una distancia de 0 mm. Considerando el trabajo clínico en estas circunstancias se infiere que se debe de aumentar el tiempo de fotocurado sin embargo, es importante tener la referencia de 40 s para garantizar propiedades adecuadas del material.

A pesar de que la microdureza superficial sea una manera simple de evaluar el grado de conversión, sería interesante conocer mejor qué sucede en el interior del material para comprender su cinética química y establecer mejoras en las técnicas clínicas. Se recomienda evaluar diferentes marcas comerciales de resinas Bulk-Fill para determinar si existe el mismo comportamiento en todas o se encuentra una similitud

en las respuestas de las mismas. Asimismo, verificar si las diferentes fuentes de luz pueden generar diversas respuestas en múltiples situaciones clínicas.

VI. CONCLUSIONES

Se requiere de 40 s de fotoactivación para polimerizar una resina Bulk-Fill ubicada en zonas profundas, cuando la lámpara está a una distancia de 3 mm de la superficie de la resina.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Del Valle Rodríguez A, Christiani J, Álvarez N, Zamudio M. Revisión de resinas Bulk Fill: Estado actual. Rev Ateneo Argent Odontol. 2018; 58(1):55-60.
2. Kim RJ, Son SA, Hwang JY, Lee IB, Seo DG. Comparison of photopolymerization temperature increases in internal and external positions of composite and tooth cavities in real time: Incremental fillings of microhybrid composite vs. bulk filling of bulk fill composite. J. Dent. 2015;43(1):1093-1098.
3. Elshazly T, Bourauel C, Aboushelib M, Sherief D, El-Korashy D. The polymerization efficiency of a bulk-fill composite based on matrix-modification technology. Restor Dent Endod. 2020;45(3):1-12.
4. Freitas Chaves L, Sousa Lima R, Azevedo Silva L, Bruschi Alonso R, Geraldeli S, Dutra Borges B. Bonding performance and mechanical properties of flowable bulk-fill and traditional composites in high c-factor cavity models. JCD. 2020;23(1):36-41.
5. Tauböck TT, Marovic D, Zeljezic D, Steingruber AD, Attin T, Tarle Z. Genotoxic potential of dental bulk-fill resin composites. Dent. Mater. 2017; 33(1):788-795.
6. Yarmohammadi E, Kasraei Sh, Sadeghi Y. Comparative Assessment of Cuspal Deflection in Premolars Restored with Bulk-Fill and Conventional Composite Resins. Front Dent. 2019;16(6):407-414.

7. Pereo Nieto FJ. Análisis de las medidas anatómicas de la cámara pulpar y estructuras circundantes de primeros y segundas molares permanentes [tesis]. Universidad Finis Terrae; 2014.
8. Almuallem L, McDonnell S, Bussuttil-Naudi A, Santini A. The effect of irradiation distance on light transmittance and vickers hardness ratio of two Bulk-fill resin-based composites. *Eur J of Prosthodonts Restor Dent.* 2016; 24(4):203-214.
9. Tsuzuki FM, de Castro-Hoshino LV, Lopes LC, Sato F, Baesso ML, Terada RS. Evaluation of the influence of light-curing units on the degree of conversion in depth of a bulk-fill resin. *J Clin Exp Dent.* 2020;12(12):1117-1123.
10. Al-Zain AO, Platt JA. Effect of light-curing distance and curing time on composite microflexural strength. *Dent Mater J.* 2021;40(1):202-208.
11. Rueggeberg FA, Jordan DM. Effect of light-tip distance on polymerization of resin composite. *Int. J. Prosthodont.* 1993;6 (1): 364-370.
12. Aravamudhan K, Rakowski D, Fan PL. Variation of depth of cure and intensity with distance using LED curing lights. *Dent. Mater.* 2006;22(11): 988-994.
13. Mousavinasab SM, Taromi Z, Zajkani E. Thermal rise during photopolymerization and degree of conversion of bulk fill and conventional resin composites. *Dent Res J (Isfahan).* 2020; 17(4):293-299.
14. Özdoğan ZC, Kazak M, Fildisi MA, Özlen RH, Dalkilic E, Donmez N. Effect of Polymerization Time and Home Bleaching Agent on the

- Microhardness and Surface Roughness of Bulk-Fill Composites: A Scanning Electron Microscopy Study. *Scan*. 2019;2(1):1-8.
15. Ilie, N. and Luca, B., 2018. Efficacy of Modern Light Curing Units in Polymerizing Peripheral Zones in Simulated Large Bulk-fill Resin-composite Fillings. *Operative Dentistry*. 2018; 43(4):416-425.
16. Colombo M, Gallo S, Poggio C, Ricaldone V, Arciola C, Scribante A. New Resin-Based Bulk-Fill Composites: in vitro Evaluation of Micro-Hardness and Depth of Cure as Infection Risk Indexes. *Mater*. 2020;13(6):1-13.
17. Ide k, Masatoshi Nakajima M, Hayashi J, Hosaka k, Ikeda M, Shimada Y, Foxton R, Sumi Y, Junji Tagami J. Effect of light-curing time on light-cure/post-cure volumetric polymerization shrinkage and regional ultimate tensile strength at different depths of bulk-fill resin composites. *Dent Mater J*.2019;38(4):621-629.
18. Alkudhairy F. The effects of irradiance and exposure time on the surface roughness of bulk-fill composite resin restorative materials. *Saudi Medical Journal*.2018;39(2):197-202.
19. Bucuta S, Ilie N. Light transmittance and micro-mechanical properties of bulk fill vs. conventional resin based composites. *Clin Oral Investig*. 2014;18(8):1991-2000.
20. Leprince, J, Palin, W, Hadis, M, Devaux J, Leloup G. Progress in dimethacrylate-based dental composite technology and curing efficiency. *Dental Materials*.2013; 29(2):139-156.

21. Sharkey S, Ray N, Burke F, Ziada H, Hannigan A. Surface hardness of light-activated resin composites cured by two different visible-light sources: an in vitro study. *Quintessence Int.* 2001;32(5):401-405.
22. Tarle Z, Attin T, Marovic D, Andermatt L, Ristic M, Tauböck T.T. Influence of irradiation time on subsurface degree of conversion and microhardness of high-viscosity bulk-fill resin composites. *Clin Oral Invest.* 2014;19(4):831-840
23. Voltarelli FR, Dos Santos-Daroz CB, Alves MC, Peris AR, Marchi GM. Effectiveness of resin composite polymerization when cured at different depths and with different curing lights. *Gen Dent.* 2009;57(4):314-319
24. Farahat Fa, Daneshkazemi ARb, Hajiahmadi Z. The Effect of Bulk Depth and Irradiation Time on the Surface Hardness and Degree of Cure of Bulk-Fill Composite. *J Dent Biomater.*2016;3(3):284-291.
25. Shimokawa C, Turbino M, Giannini M, Braga R, Price R. Effect of Curing Light and Exposure Time on the Polymerization of Bulk-Fill Resin-Based Composites in Molar Teeth. *Operative Dentistry.*2020;45(3):141-155.
26. Par M, Repusic I, Skenderovic H, Sever E.K, Marovic D, Tarle Z. Real-time Light Transmittance Monitoring for Determining Polymerization Completeness of Conventional and Bulk Fill Dental Composites. *Oper. Dent.* 2018; 43(1):19-31.
27. Galvão MR, Caldas SGFR, Bagnato VS, De Souza Rastelli AN, De Andrade MF. Evaluation of Degree of Conversion and Hardness of Dental Composites

Photo-Activated with Different Light Guide Tips. *Eur J Dent.* 2013;7(1):86-93.

28. Chaves LVF, Oliveira SN, Özcan M, Acchar W, Caldas MRGR, Assunção IV et al. Interfacial Properties and Bottom/Top Hardness Ratio Produced by Bulk Fill Composites in Dentin Cavities. *Braz Dent J.* 2019;30(5):476-483.

29. Comba A, Scotti N, Maravić T, Mazzoni A, Carossa M, Breschi L, Cadenaro M. Vickers Hardness and Shrinkage Stress Evaluation of Low and High Viscosity Bulk-Fill Resin Composite. *Polymers (Basel).* 2020;12(7):14-77.

VIII. TABLAS, GRÁFICOS Y FIGURAS

Tabla 1. Valores promedio y desviación estándar de valores de microdureza de Vickers

Grupo	Superficie superior	Superficie inferior	% de microdureza de la superficie inferior/superior*
BF 0 mm/10 s	64.18 (0.95) c	48.88 (2.68) a	76.19 %
BF 0 mm/20 s	67.83 (0.37) d	56.31 (1.05) c	83.02 %
BF 3 mm/10 s	61.64 (1.84) a	49.52 (0.54) a	80.34 %
BF 3 mm/20 s	63.01 (0.85) b	54.95 (1.24) b	87.25 %
BF 3 mm/30 s	65.15 (1.07) c	54.99 (1.33) b	84.41 %
BF 3 mm/40 s	65.27 (2.11) c	56.63 (1.59) c	86.76 %

*El porcentaje de valores de microdureza de Vickers se calculó del máximo valor promedio de microdureza de la superficie superior de los especímenes de cada grupo.

Diferentes letras indican diferencias estadísticamente significativas en cada columna.

ANOVA/Duncan

ANEXO

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	TIPO/ESCALA	VALORES
Microdureza superficial	Resistencia de un objeto a la deformación plástica luego de someterse a una fuerza	Medición de la indentación dejada en un cuerpo de prueba por el microdurómetro de Vickers.	Microdurómetro que genera valores de Microdureza de Vickers (HV)	cuantitativa continua razón	kgf/ mm ²
Técnica de aplicación	Método en el cual se coloca la resina compuesta en función a la distancia de la guía de luz y tiempo de exposición	Medición de la distancia y tiempo de exposición	Distancia (mm)	cualitativa nominal politómica	0 mm/10s 0 mm/20s 3 mm/10s 3 mm/20s 3 mm/30s 3 mm/40 s
Superficie	Área superior externa (superficie) e inferior interna (base) de una resina compuesta.	Área de un espécimen de resina compuesta donde se realizan evaluaciones de medidas de microdureza.	Grosor de resina (mm)	cuantitativa continua razón	Superior Inferior