



Grado de rugosidad superficial de tres materiales de restauración en odontopediatría sometidos a termociclaje: estudio *in vitro*

Degree of surface roughness of three restorative materials in pediatric dentistry subjected to thermocycling: *in vitro* study

Gabriela Alejandra Vaca Rodríguez¹; Marina Alejandra Cabrera Arias^{1*}; Ricardo Iván García Merino¹

RESUMEN

Objetivo: Valorar In Vitro la rugosidad superficial de un ionómero de vidrio modificado con resina (RMGI), resina nanohíbrida y un composite bioactivo mediante un rugosímetro antes y después del proceso de envejecimiento acelerado por termociclado. **Materiales y métodos:** estudio experimental In Vitro, se elaboraron 20 cuerpos de prueba de cada biomaterial (Filtek Z250, ACTIVA Bioactive y Fuji II), divididos en 6 grupos (3 con termociclado- 3 sin termociclado), fueron almacenados en agua destilada a 37 °C por 24 horas. Se sometieron la mitad de las muestras de cada grupo a termociclado hasta cumplir 10.000 ciclos a 5° C y 55° C para simular envejecimiento en cavidad oral a un año, a todas las muestras se les realizó un análisis de rugosidad con un rugosímetro en cuatro posiciones. El análisis estadístico se realizó en el programa Stata-14, para la comparación entre los tres grupos se utilizó una prueba ANOVA para valores paramétricos y una prueba de Kruskal-Wallis para no paramétricos, para la comparación individual de los grupos se usó una t-Student para valores paramétricos y una U de Mann-Whitney para no paramétricos. **Resultados:** antes del termociclado, la resina obtuvo un valor promedio de 0,49 µm, el composite bioactivo 0,36 µm y el RMGI 0,49 µm, y después del termociclado la resina 0,44 µm, el composite bioactivo 0,34 µm y el RMGI de 0,36 µm. **Conclusión:** los tres materiales de restauración no mostraron diferencias estadísticas antes y después del termociclado, mostrando un grado de rugosidad similar y clínicamente aceptables a 10.000 ciclos.

Palabras clave: rugosidad, composite bioactivo, ionómero de vidrio modificado con resina, resina nanohíbrida.

¹ Facultad de Odontología de la Universidad Central del Ecuador; Quito, Ecuador.

Gabriela Alejandra Vaca Rodríguez  <https://orcid.org/0009-0007-4687-4159>

Marina Alejandra Cabrera Arias  <https://orcid.org/0000-0002-8403-2995>

Ricardo Iván García Merino  <https://orcid.org/0000-0003-3240-5400>

ABSTRACT

Objective: To assess in vitro the surface roughness of a resin modified glass ionomer (RMGI), nanohybrid resin and a bioactive composite using a roughness tester before and after the accelerated aging process by thermocycling. **Materials and methods:** in vitro experimental study, 20 test bodies of each biomaterial (Filtek Z250, ACTIVA Bioactive and Fuji II) were made, divided into 6 groups (3 with thermocycling - 3 without thermocycling), they were stored in distilled water at 37 °C for 24 hours. Half of the samples from each group were subjected to thermocycling until completing 10,000 cycles at 5° C and 55° C to simulate aging in the oral cavity for one year, all samples underwent a roughness analysis with a roughness tester in four positions. Statistical analysis was performed using Stata-14 software. For comparison between the three groups, an ANOVA test was used for parametric values and a Kruskal-Wallis test for non-parametric values. For individual comparisons between the groups, a Student t-test was used for parametric values and a Mann-Whitney U test for non-parametric values. **Results:** before thermocycling, the resin had an average value of 0.49 µm, the bioactive composite 0.36 µm and the RMGI 0.49 µm. After thermocycling, the resin had an average value of 0.44 µm, the bioactive composite 0.34 µm and the RMGI 0.36 µm. **Conclusion:** the three restorative materials showed no statistical differences before and after thermocycling, showing a similar degree of roughness and clinically acceptable at 10,000 cycles.

Keywords: roughness, bioactive composite, resin-modified glass ionomer, nanohybrid resin.

Introducción

La odontología restauradora en odontopediatría comprende una serie de eventos encaminados a la prevención, diagnóstico y tratamiento de afecciones de la estructura dental¹. La caries dental al ser un problema de salud pública representa un gran desafío en dentición temporal, la cual tiene un gran impacto sobre la secuencia de erupción de las piezas dentales definitivas, el crecimiento y desarrollo de las estructuras craneofaciales e influye significativamente en la fonación, desarrollo motor oral y alimentación^{2,3}.

Es por ello que se usan materiales restauradores como resinas, ionómeros de vidrio y nuevas formulaciones bioactivas que cumplen con el fin de devolver función, anatomía y estética evaluando factores como cooperación del paciente y padres, edad, riesgo de caries, hábitos alimenticios y la elección del material dentro de un enfoque conservador^{2,4}.

Tanto las resinas como los ionómeros de vidrio son usados hasta la actualidad y brindan propiedades beneficiosas; siendo el ionómero liberador de flúor y la resina altamente estética, incorporar ambos materiales en uno solo fue posible, un ejemplo es ACTIVA TM BioACTIVE de Pulpdent Corporation, cuyo comportamiento favorece a la remineralización dental por ser

la primera resina en contener una matriz iónica al liberar y recargar iones de calcio, fosfato y fluoruro otorgando permanencia en tiempo^{5,6}.

La rugosidad influye en las propiedades de un biomaterial, tiene un impacto sobre la salud bucal del paciente pediátrico, pues al tener una superficie rugosa es más fácil la adhesión de las bacterias y acúmulo de placa, lo que consecuentemente produciría caries, la salud gingival se vería comprometida llevando a molestias y dificultad en la higiene⁷.

El presente estudio busca valorar In Vitro la rugosidad superficial de un ionómero de vidrio modificado con resina (RMGI), resina nanohíbrida y un composite bioactivo mediante un rugosímetro antes y después del proceso de envejecimiento acelerado por termociclado. Con lo mencionado, se tendrá un criterio al elegir un material de restauración de acuerdo a la situación clínica y se podrá tomar una decisión basada en evidencia y brindar tratamientos beneficiosos a largo plazo.

Materiales y Métodos

Estudio experimental In Vitro, aprobado por el comité de Investigación de la Facultad de Odontología de la Universidad Central del Ecuador en donde se utilizaron tres

materiales de restauración: ionómero de vidrio modificado con resina, resina nanohíbrida y composite bioactivo (*Tabla 1*).

Tabla 1. Composición de los tres materiales de restauración utilizados en el estudio.

Materiales	Marca Comercial	Composición	Lote/Color	Procedencia
Resina nanohíbrida	Filtek Z250 (3M ESPE)	Bis-GMA, UDMA, Bis-EMA, TEGDMA; con partículas de tamaño de 0,01 a 3,5 µm de sílice y circonia, con una carga de relleno de 82% de peso ⁸	NF39401/A2	Watertown, MA EE.UU
Composite Bioactivo	Active Bioactive Restorative (Pulpdent Corp)	Direuretano mezclado con otros metacrilatos con ácido poliacrílico modificado (44,6%), sílice amorfa (6,7%) y fluoruro de sodio (0,75%) ⁸	210402/ A2	St Paul, MN, EE.UU.
Ionómero de vidrio modificado con resina	Fuji II LC (GC Corp)	Líquido: agua destilada: 20-30%. Ácido poliacrílico: 20-30%. HEMA: 30-35%. UDMA <10 Canforquinona <1 Polvo: vidrio de fluoroaluminosilicato ⁸	2203221/ A2	Tokio, Japón

Para la confección de los cuerpos de prueba se elaboró una matriz bipartita de resina impresa en 3D de 4 mm x 6 mm, siguiendo las medidas según la norma ISO 9917-2, para el apoyo de la lámpara de fotopolimerización Bluephase N[®] se realizó una matriz de silicona pesada y madera. Se elaboraron 20 cuerpos de prueba de cada biomaterial, divididos en 6 grupos (3 con termociclado (n=30) - 3 sin termociclado (n=30) posteriormente se pulieron con discos Sof-Lex 3M controlando las revoluciones de micromotor eléctrico KAVO para cada disco. Los cuerpos de prueba fueron almacenados en agua destilada dentro de una incubadora a 37° centígrados, los 3 grupos sin termociclado fueron llevados al análisis de rugosidad superficial con un rugosímetro MITUTOYO (Japón) calibrado en un patrón de vidrio de 9.6 µm en un rango de 3.03 µm, en un ángulo de 90°, se realizaron 4 mediciones en puntos rotando la muestra circunferencialmente en cuarto de vuelta, para sumar el valor de las mediciones y luego dividir para obtener un promedio y para los cuerpos de prueba sometidos a envejecimiento acelerado por termociclado, se utilizó una máquina de termociclado calibrada a una temperatura de 5°C y 55°C por 10 000 ciclos, el

tiempo de estancia dentro del agua fue de 30 segundos, el tiempo de transferencia fue de 10 segundos, luego de esto fueron llevados para su evaluación de rugosidad superficial.

Los datos fueron obtenidos en un formato en Excel y transportados al software estadístico MiniTab versión 19 y Stata- 14, mismos que se analizaron con la prueba de Shapiro Wilk para determinar la distribución de los grupos. Para los grupos sin termociclado se realizaron sprueba de ANOVA, para los tres grupos sin termociclado se usó una prueba de Kruskal-Wallis y para comparar por grupos se usó la prueba estadística U de Mann-Whitney y t de Student.

Resultados

La Tabla 2 muestra que la resina nanohíbrida obtuvo el valor más alto en rugosidad sin un proceso de envejecimiento acelerado (0,49 um), mientras que para las muestras sometidas a termociclado el composite bioactivo obtuvo el valor más bajo (0,34 um).

Tabla 2. Promedio en micras de la rugosidad de resina nanohíbrida, composite bioactivo, ionómero de vidrio modificado con resina con y sin envejecimiento acelerado.

Variable	Envejecimiento	n	Media (µm)	Desviación Estándar	Mínimo (µm)	Máximo (µm)
Resina nanohíbrida	NO	10	0,49	0,20	0,16	0,77
	SI	10	0,44	0,20	0,29	0,91
Composite Bioactivo	NO	10	0,36	0,09	0,22	0,47
	SI	10	0,34	0,08	0,24	0,46
Ionómero de vidrio modificado con resina	NO	10	0,49	0,17	0,12	0,69
	SI	10	0,36	0,12	0,21	0,52

Al realizar la comparación de la rugosidad con termociclado y sin termociclado de las diferentes variables se obtuvo que no existió diferencia significativa entre los grupos de resina, de composite y de ionómero de vidrio modificado con resina como se observa en la Tabla 3.

Tabla 3. Promedio en micras de la rugosidad de resina nanohíbrida, composite bioactivo, ionómero de vidrio modificado con resina con y sin envejecimiento acelerado.

Variable	Termociclado	n	Media (µm)	Desviación estándar	Diferencia de medias	[95% Conf. Interval]		Valor p
						Inferior	Superior	
Resina nanohíbrida	Sin	10	0,49	-	0,05	0,34	0,64	0,496 †
	Con	10	0,44	-		0,29	0,58	
Composite bioactivo	Sin	10	0,36	0,09	0,02	0,29	0,42	0,641†
	Con	10	0,34	0,08		0,28	0,40	
Ionómero de vidrio modificado con resina	Sin	10	0,49	0,17	0,13	0,37	0,60	0,055†
	Con	10	0,36	0,12		0,27	0,44	

† t-Student

* U de Mann-Whitney

*p<0.05

En la Tabla 4 al comparar la rugosidad entre los tres grupos de materiales de restauración con termociclado y sin termociclado, se obtuvo que no existió diferencia significativa entre los tres grupos. Si bien es menor la rugosidad en el grupo de Composite Bioactivo que para los otros dos materiales estudiados, tanto en el grupo con termociclado como en el grupo sin termociclado, esta diferencia no fue significativa estadísticamente.

Tabla 4. Comparación de la rugosidad entre los tres grupos sin termociclado y con termociclado.

Variable		n	Media rugosidad µm	D.E	F	Valor p
Sin termociclado	Resina nanohíbrida	10	0,49	0,20	2,22	0,129†
	Composite Bioactivo	10	0,36	0,09		
	Ionómero de vidrio modificado con resina	10	0,49	0,16		
Con termociclado	Resina nanohíbrida	10	0,44	0,19	1,45	0,334**
	Composite Bioactivo	10	0,34	0,08		
	Ionómero de vidrio modificado con resina	10	0,36	0,11		

† t-Student

* U de Mann-Whitney

*p<0.05

Discusión

Uno de los primeros compuestos liberadores de iones fue el ionómero de vidrio, pero en la mayoría de los casos la estética juega en su contra, así como su permanencia en tiempo, fragilidad, y menores propiedades mecánicas, por lo que clínicamente su uso es limitado en aquellas situaciones que requieran longevidad⁹. Por otro lado, la resina nanohíbrida ofrece excelente estética, pero suele existir una mala adaptación a la estructura dental por mal uso clínico, la bioactividad no se encuentra dentro de sus beneficios, es decir la liberación es nula o mínima de fluoruros¹⁰. En consecuencia, es necesario investigar el comportamiento de los materiales dentales, tanto de manera *In Vitro*, como dentro de la cavidad bucal.

Con lo expuesto anteriormente en este estudio no se obtuvo resultados estadísticamente significativos. Sin embargo, antes del termociclado el composite bioactivo presentó una rugosidad de $0,36 \pm 0,09 \mu\text{m}$ la cual fue menor frente a la resina nanohíbrida ($0,49 \pm 0,2 \mu\text{m}$) y RMGI ($0,49 \pm 0,17 \mu\text{m}$). Después del termociclado para el composite bioactivo ($0,34 \pm 0,08 \mu\text{m}$), resina nanohíbrida ($0,44 \pm 0,2 \mu\text{m}$) y el ionómero de vidrio modificado con resina ($0,36 \pm 0,12 \mu\text{m}$). Estos valores se consideran aceptables a nivel clínico, pues autores como Jones et al¹¹. y Vichi et al¹². han indicado que fibras sensoriales en la lengua pueden detectar valores de rugosidad $\leq 0,5 \mu\text{m}$, sin embargo los valores del presente estudio son superiores a los mencionados por Bala. et al¹³. y Yuan. et al¹⁴ donde indican que la rugosidad mayor a $0,2 \mu\text{m}$ incrementa la adhesión bacteriana y la formación de placa.

Los resultados obtenidos en la resina nanohíbrida ($0,48 \mu\text{m}$ sin termociclar y $0,44 \mu\text{m}$ con termociclado) puede atribuirse a su composición, Gajewski et al¹⁵. estudiaron el comportamiento de monómeros de forma individual, concluyendo que el usar copolímeros confiere buenas propiedades mecánicas y resistencia a la degradación por agua en los composites, sobre todo en aquellos que contienen BisEMA. Esto po-

dría explicar el por qué no afectó el termociclado a los cuerpos de prueba.

Se ha reportado que el termociclado afecta a la superficie aumentando su degradación, no obstante, en el estudio actual no hubo diferencia significativa en los cuerpos de prueba que fueron termociclados por 10.000 ciclos y los no termociclados. El-Rashidy et al¹⁶. obtuvieron valores inferiores a $0,2 \mu\text{m}$ en dos resinas nanohíbridas usando solamente una tira de mylar sin pulir sometiendo a los especímenes a 10.000 ciclos, evaluaron la rugosidad con un perfilómetro y un microscopio de fuerza atómica, sin obtener diferencia significativa.

La investigación realizada por Dos Santos et al¹⁷. indica que no hubo significancia estadística al comparar la rugosidad de resinas de diferentes rellenos, donde usaron parámetros similares a la de esta investigación como el rugosímetro de la misma casa comercial, pulido de muestras y calibración de termociclado. Sin embargo, midieron la rugosidad a los 3.000 ciclos donde hubo un aumento de la rugosidad excepto para la resina nanohíbrida (Filtek Z250) y a los 10.000 ciclos decrecieron los valores de rugosidad, además reportan que la resina Filtek Z250 no se vio afectada por ciclos térmicos al no tener componentes hidrofílicos, tal como ocurrió en este estudio.

Los resultados de cómo afecta el termociclado al ionómero de vidrio modificado con resina es similar a otras investigaciones como la de Pratheeba et al¹⁸. donde comparan dos ionómeros de restauración con un perfilómetro, el termociclado fue calibrado a temperaturas de 4°C - 60°C y solamente 1000 ciclos, diferente al presente estudio, si bien los valores se redujeron luego del termociclado, no fueron significativos estadísticamente. Asimismo, Lepicka et al¹⁹. en su investigación realizada en tres ionómeros con un microscopio de láser confocal reportan que después de 20.000 ciclos no hubo cambios en la rugosidad y existió disminución de la rugosidad similar al presente estudio, donde luego de 10.000 ciclos tampoco existieron cambios. En este estudio los resultados de rugosidad del io-

número de vidrio modificado con resina sin termociclado y con termociclado fueron mayores a los del umbral crítico ($0,2 \mu\text{m}$), donde puede existir colonización bacteriana, pero esto podría ser compensado al ser materiales liberadores de flúor. La variación en los resultados en ionómeros puede atribuirse a la matriz, la proporción en que se distribuyen de las partículas vítreas e incluso en materiales cuyo mezclado es manual donde quedan atrapadas burbujas¹⁹.

Las investigaciones sobre el termociclado y rugosidad en composites bioactivos aún son limitadas, Kazak et al²⁰. demostraron que los ciclos térmicos no afectaron estadísticamente a los materiales de restauración ($p > 0,05$) en las mismas condiciones de este estudio. Ellos compararon un material bioactivo, un giomero, una resina nanohíbrida, un ionómero de vidrio modificado con resina y una bulk-fill, donde se emplearon 10.000 ciclos con temperaturas entre 5 y 55°C y el grupo de ACTIVA Bioactive presentó valores mayores antes del termociclado ($0,42 \mu\text{m}$) y después del mismo ($0,44 \mu\text{m}$) comparando con los valores de este estudio, ($0,36 \mu\text{m}$ sin termociclado y $0,34 \mu\text{m}$ con termociclado), presenta una diferencia de aproximadamente $0,06$ sin termociclado y $0,1 \mu\text{m}$ con termociclado, lo cual podría ser explicado por el uso de una diferente lámpara y máquina de termociclado.

En un estudio clínico comparativo Essa et al⁴. en sus resultados dieron a conocer que no hubo diferencias significativas en cuanto a rugosidad entre un composite bioactivo y una resina nanohíbrida, de hecho, ambos materiales tuvieron éxito clínico a seis meses y a un año.

Como se ha visto en las anteriores investigaciones y en el presente estudio el termociclado con 10.000 ciclos, correspondientes a un año en cavidad oral, no afectó a la rugosidad, esto se podría deber a que hay estudios donde usan más ciclos como el de Yuan et al⁴. donde a 18.000 ciclos térmicos si hubo cambios significativos ($P < .001$) y los especímenes mostraron superficies más ásperas usando un microscopio de interferometría de luz blanca, por otro lado, Mi-

nami et al²¹. observaron un aumento de rugosidad media con 50.000 ciclos térmicos, lo cual correspondería aproximadamente a 5 años en boca.

Dentro de las limitaciones del estudio, se encuentran las condiciones *In Vitro*, que no reproducen con fiabilidad las condiciones clínicas de la cavidad oral como la saliva, bacterias, los alimentos, bebidas, temperatura, fluctuación de pH, enjuagues bucales, cepillado dental y la acción de fuerzas masticatorias, por ello es aconsejable realizar investigaciones en seres humanos. También se puede mencionar que existen varios métodos para evaluar rugosidad superficial como el perfilómetro, el rugosímetro, láser confocal y microscopía de fuerza atómica. Actualmente no hay un acuerdo sobre cuál método evalúa de mejor manera la rugosidad, teniendo alteraciones en el resultado, pues algunas irregularidades pueden pasar desapercibidas. Finalmente, no existe un acuerdo sobre qué material es el idóneo para un tratamiento dentro de odontopediatría, pues no hay estudios que demuestren superioridad entre un material de restauración en específico, por lo que la elección de un material dependerá de los requerimientos estéticos, del tipo de sustrato en el diente o colaboración del paciente. De tal forma, este nuevo material bioactivo al tener la rugosidad similar a los materiales convencionales, puede ser utilizado como una alternativa en un tratamiento restaurador dentro del área de Odontopediatría y contribuiría a mejorar la salud bucal de los pacientes pediátricos.

Conclusiones

Los tres materiales de restauración presentaron valores de rugosidad superficial aceptables para su uso clínico dentro del área de Odontopediatría.

Contribución de los autores

GV: Concepción y diseño del trabajo.

GV: Recolección de datos y obtención de resultados.

GV, MC: Análisis e interpretación de datos

GV, MC: Redacción del manuscrito.

RG: Revisión crítica del manuscrito.
 RG: Aprobación de su versión final.
 GV: Aporte de pacientes o material de estudio.
 GV: Obtención de financiamiento.
 MC: Asesoría estadística.
 RG: Asesoría técnica o administrativa.

Aspectos éticos

El trabajo de investigación fue desarrollado, In Vitro y utilizando materiales dentales de origen sintético de casas comerciales aprobadas por el Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria (ARCSA) para su distribución en el Ecuador, no tubo la necesidad de someterse antes el CEISH-UCE, si no ante el Comité de Investigación de la Facultad de Odontología de la Universidad Central del Ecuador, quien aprobó este estudio.

Financiamiento

Se trabajó con fondos propios de los autores y con colaboración con la Universidad Central del Ecuador con el uso de sus instalaciones y laboratorios.

Conflictos de interés

Los autores reportaron no tener ningún conflicto de interés, personal, financiero, intelectual, económico y de interés corporativo.

Bibliografía

- Orsini G, Tosco V, Monterubbiansi R, Orilisi G, Putignano A.** A New Era in Restorative Dentistry. En 2020. p. 319-34.
- Lardani L, Derchi G, Marchio V, Carli E.** One-Year Clinical Performance of Activa™ Bioactive-Restorative Composite in Primary Molars. *Children (Basel)*. 19 de marzo de 2022;9(3):433.
- Sánchez BIA, Vera OLR, Huamán BPA.** Importancia de dientes deciduos en la erupción de dientes permanentes: percepción de los padres de familia en un centro poblado de lambayeque. *Salud & Vida Sipanense*. 16 de junio de 2022;9(1):94-106.
- Essa M, Nassar A, Attia R.** One-year comparative clinical evaluation of ACTIVA Bioactive restorative material with Nano hybrid composite resin in class V cavity preparation. *Egyptian Dental Journal*. 1 de abril de 2022;68(2):1875-88.
- Amaireh AI, Al-Jundi SH, Alshraideh HA.** In vitro evaluation of microleakage in primary teeth restored with three adhesive materials: ACTIVATM, composite resin, and resin-modified glass ionomer. *Eur Arch Paediatr Dent*. agosto de 2019;20(4):359-67.
- pulpdentcorp.** ACTIVATM BioACTIVE - RESTORATIVETM [Internet]. PULPDENT. [citado 10 de julio de 2022]. Disponible en: <https://pulpdent.es/pulpdent-products/activa-bioactive-restorative-es/>
- Valian A, Ansari ZJ, Rezaie MM, Askian R.** Composite surface roughness and color change following airflow usage. *BMC Oral Health*. diciembre de 2021;21(1):398.
- Omidi BR, Naeini FF, Dehghan H, Tamiz P, Savadroodbari MM, Jabbarian R.** Microleakage of an Enhanced Resin-Modified Glass Ionomer Restorative Material in Primary Molars. *J Dent (Tehran)*. julio de 2018;15(4):205-13.
- Rodrigues DS, Buciumeanu M, Martinelli AE, Nascimento RM, Henriques B, Silva FS, et al.** Mechanical Strength and Wear of Dental Glass-Ionomer and Resin Composites Affected by Porosity and Chemical Composition. *J Bio Tribo Corros*. septiembre de 2015;1(3):24.
- Al-Sheikh R.** Effects of Different Application Techniques on Nanohybrid Composite Restorations Clinical Success. *The Open Dentistry Journal [Internet]*. 31 de julio de 2019 [citado 29 de junio de 2022];13(1). Disponible en: <https://opendentistryjournal.com/VOLUME/13/PAGE/228/FULLTEXT/>

11. **Jones CS, Billington RW, Pearson GJ.** The in vivo perception of roughness of restorations. *Br Dent J.* 10 de enero de 2004;196(1):42-5; discussion 31.
12. **Vichi A, Fonzar RF, Goracci C, Carrabba M, Ferrari M.** Effect of Finishing and Polishing on Roughness and Gloss of Lithium Disilicate and Lithium Silicate Zirconia Reinforced Glass Ceramic for CAD/CAM Systems. *Operative Dentistry.* 1 de enero de 2018;43(1):90-100.
13. **Bala O, Arisu HD, Yikilgan I, Arslan S, Gullu A.** Evaluation of surface roughness and hardness of different glass ionomer cements. *European Journal of Dentistry.* enero de 2012;6(1):79.
14. **Yuan JCC, Barão VAR, Wee AG, Alfaro MF, Afshari FS, Sukotjo C.** Effect of brushing and thermocycling on the shade and surface roughness of CAD-CAM ceramic restorations. *The Journal of Prosthetic Dentistry.* junio de 2018;119(6):1000-6.
15. **Gajewski VES, Pfeifer CS, Fróes-Salgado NRG, Boaro LCC, Braga RR.** Monomers used in resin composites: degree of conversion, mechanical properties and water sorption/solubility. *Braz Dent J.* octubre de 2012;23:508-14.
16. **El-Rashidy AA, Shaalan O, Abdelraouf RM, Habib NA.** Effect of immersion and thermocycling in different beverages on the surface roughness of single- and multi-shade resin composites. *BMC Oral Health.* 7 de junio de 2023;23(1):367.
17. **Dos Santos PH, Catelan A, Albuquerque Guedes AP, Umeda Suzuki TY, de Lima Godas AG, Fraga Briso AL, et al.** Effect of thermocycling on roughness of nanofill, microfill and microhybrid composites. *Acta Odontol Scand.* abril de 2015;73(3):176-81.
18. **Pratheebha C, S BG, Jayalakshmi, Sasidharan.** Effect Of Thermocycling On Surface Roughness Of Two Different Commercially Available Glass Ionomer Cements - An In Vitro Study. *IJDOS.* 24 de septiembre de 2021;4670-5.
19. **Łępicka M, Niewczas AM, Rodziewicz MU, Piłkuła K, Kordos P, Gredes T, et al.** The influence of hydro-thermal fatigue on the clinically relevant functional properties of conventional glass-ionomer cements. *Sci Rep.* 30 de mayo de 2023;13(1):8738.
20. **Kazak M, Koymen S, Yurdan R, Tekdemir K, Dönmez N.** Effect of thermal aging procedure on the microhardness and surface roughness of fluoride ion containing materials. *Annals of Medical Research.* 1 de enero de 2020;27:888.
21. **Minami H, Hori S, Kurashige H, Murahara S, Muraguchi K, Minesaki Y, et al.** Effects of Thermal Cycling on Surface Texture of Restorative Composite Materials. *Dent Mater J.* 2007;26(3):316-22.

Para referenciar aplique esta cita:

Vaca Rodríguez GA, Cabrera Arias MA, García Merino RI. Grado de rugosidad superficial de tres materiales de restauración en odontopediatría sometidos a termociclaje: estudio in vitro. *REV-SEP;* 25(1): 4-11. Disponible en: <https://doi.org/10.52011/RevSepEc/e259>