

EFEECTO DE LAS PARTÍCULAS DE NANOHIĐROXIAPATITA AL 20% DE DENTÍFRICOS EN EL SELLADO DE TÚBULOS DENTINARIOS. ESTUDIO IN-VITRO

Effect of 20% Nano-hydroxyapatite particles in toothpaste on the sealing of the dentinary tubules. In-vitro study

Gordón Jácome Diego Danilo ^{*1}, Farfán Mera Karina Patricia ¹, Moreno Puente María Monserrath ¹

¹ Facultad de Odontología, Universidad Central del Ecuador. Quito-Ecuador.

* diego_12mh@hotmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7437-2603>

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3922-9673>

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6501-0689>

RESUMEN

La sensibilidad dental es un síntoma común en la práctica estomatológica. El porcentaje de población adulta afectada varía entre el 40 y 60%, siendo frecuentemente hallada en caras vestibulares de caninos y premolares. Existen varios métodos para tratar la hipersensibilidad dental, entre ellos, el uso de nanotecnología ha permitido mejorar las propiedades de los materiales dentales. **Objetivo:** evaluar el efecto de las nanopartículas de hidroxiapatita al 20 % en dentífricos para sellado de túbulos dentinarios. **Materiales y Métodos:** se utilizaron 40 discos de dentina con 2mm de espesor, divididos aleatoriamente en 4 grupos (n=10), Grupo A control; Grupo B con 20% de nanohidroxiapatita y partícula de 356 nm; Grupo C 20% y partícula 420 nm; Grupo D 20% y partícula 1817nm. Los discos de dentina fueron pulidos con discos (3M™ Sof-Lex). El barrillo dentinario fue eliminado con ácido cítrico al 10% por 120 segundos. Cada grupo fue cepillado (Oral B Vitality™) A 7600 rpm con 0.2 gr de dentífrico con partículas de nanohidroxiapatita por 2 min dos veces al día durante 7 días. La prueba de rugosidad se realizó con el Perfilómetro de Contacto Bruker Dektak XT, con área de escaneo de 3.5 μm lineales en 120 segundos. Las muestras fueron analizadas con el Microscopio Electrónico de Barrido (SEM) Tescan Mira 3. **Resultados:** los valores de rugosidad en los grupos B, C, D disminuyeron frente al grupo control. **Conclusiones:** las partículas de nanohidroxiapatita según su tamaño tienen eficacia muy importante en la obliteración de los túbulos dentinarios.

Palabras clave: Sensibilidad dental, Nanohidroxiapatita, Dentífrico, Nanotecnología.

ABSTRACT

Tooth sensitivity is a common symptom in dental practice. The percentage of the affected adult population varies between 40 and 60%, being frequently found in vestibular surfaces of canines and premolars. There are several methods to treat dental hypersensitivity, among them, the use of nanotechnology has allowed to improve the properties of dental materials. **Objective:** To evaluate the effect of 20% hydroxyapatite nanoparticles in dentifrices for occlusion of dentinal tubules. **Materials and Methods:** 40 dentin disks were used, divided into 4 groups (n=10), Group A control; Group B with 20% nanohydroxyapatite and 356 nm particle; Group C 20% and particle 420 nm; Group D 20% and particle 1817nm. The dentin disks were polished with disks (3M™ Sof-Lex) to have a homogeneous surface. The smear layer was removed with 10% citric acid for 120 seconds. Each group was brushed (Oral B Vitality™) at 7600 rpm with 0.2 g of dentifrice containing nanohydroxyapatite particles for 2 min. twice a day for 7 days. The roughness test was carried out with the Contact Profilometer Bruker Dektak XT, with a scanning area of 3.5 linear μm in 120 seconds. The samples were analyzed with the Scanning Electron Microscope (SEM) Tescan Mira 3. **Results:** The roughness values in groups B, C, D decreased compared to the control group. **Conclusions:** The size of nanohydroxyapatite particles have a significant reduction in occlusion of dentinal tubules.

Key words: Dentine hypersensitivity. Nano-hydroxyapatite, Dentifrice, Nanotechnology.

INTRODUCCIÓN

En la práctica estomatológica un síntoma muy frecuente es el dolor, ocasionado en gran parte de los casos por hipersensibilidad dentinaria.^{1,2} Tortolini refiere el dolor como una manifestación subjetiva, sin que exista definición universal,³ por otra parte, la Asociación Internacional para el Estudio del Dolor (AIED) lo define como “experiencia sensorial y emocional desagradable relacionada con daño real o potencial de los tejidos y descrito en términos semejantes a como si ese daño existiera”.⁴

La odontología con el pasar del tiempo ha evolucionado de una forma exponencial, lo que permitió cambiar y simplificar la forma de realizar la práctica clínica; los desarrollos tecnológicos en nanotecnología aplicada a la odontología se han convertido en uno de los temas más importantes en la investigación de material biológico, muestran que las nanopartículas de hidroxiapatita en un dentífrico alcanzan a ejecutar el sellado de los túbulos.⁵

Por otra parte, establecer los indicadores para obliteración túbulos dentinarios con dentífricos que contengan nanopartículas de hidroxiapatita de diferente tamaño, Williams R. describe que es de mucha importancia ya que nos va a permitir disminuir el dolor ante la sensibilidad dental y tener mayor conocimiento sobre los avances tecnológicos en la nanotecnología aplicada a la odontología en sus múltiples ensayos.⁵

La dentina contiene miles de túbulos dentinarios que conectan la parte externa del diente con las terminaciones nerviosas.⁷ La sensibilidad dentinaria es la respuesta dolorosa de la dentina ante ciertos estímulos normales, térmicos químicos o táctiles.^{2,5} Cuando un diente pierde su protección sea por recesión de encías, trauma oclusal o caries, los túbulos quedan expuestos al exterior, permitiendo que los estímulos externos lleguen a las terminaciones nerviosas producto del movimiento del fluido dentinal y ocasionen dolor.^{3,12}

La prevalencia de la sensibilidad dentaria varía entre el 40 % y el 60% de la población adulta,¹² aumenta con la edad hasta los 40 años siendo más frecuente en personas de ambos sexos entre 20-30 años de edad.⁶⁻⁷ La hipersensibilidad es más común en caras vestibulares 93% de: premolares 25%, caninos 20%, seguidos por los incisivos y molares, generalmente asociadas a recesiones gingivales 68%⁹⁻¹⁰⁻¹¹.

Existen varios métodos y materiales disponibles para el tratamiento de la hipersensibilidad dentinaria, todos con el objetivo de obliterar los canalículos dentinarios.⁸⁻¹³ Sellado de túbulos dentinarios se puede asegurar con el uso de restauraciones, adhesivos dentales o dentífricos a base de nanohidroxiapatita,¹¹⁻¹⁴

Los barnices de flúor introducidos en el mercado aumentan la eficiencia y permanencia del flúor al entrar en contacto con la superficie del diente, mantienen una liberación lenta y continua de flúor,¹⁵⁻¹⁶ son altamente adhesivos a la estructura del diente, fáciles de aplicar y de bajo costo.⁸⁻⁹

Otro material utilizado son las pastas a base de nanohidroxiapatita (nHAp), investigaciones recientes concluyen que el compuesto nHAp junto con una mezcla bioactiva de dentífrico neutro ocluye eficazmente los túbulos dentinarios,¹⁵⁻¹⁷ proporcionando cierto grado de resistencia a los ácidos, disminuyendo la hipersensibilidad dental.¹⁷

El propósito del estudio fue evaluar el efecto del sellado de túbulos dentinarios de una pasta dental con nanopartículas de hidroxiapatita valorado bajo el perfilómetro de contacto con el fin de ayudar a la población afectada con sensibilidad dentinaria a mejorar su lesión.

MATERIALES Y MÉTODOS

Tipo de estudio comparativo, in vitro, la muestra seleccionada es no probabilístico por conveniencia, se obtuvo de 40 dientes extraídos con fines ortodónticos, corona sana sin defecto o deterioro; se almacenaron en formaldehído neutro al 10% y desinfectadas con timol 0.5%. A partir de estos, se cortaron 40 discos de dentina de 2mm de diámetro con discos de diamante Diamon Disc, posteriormente fueron pulidos con discos en pieza de mano de baja velocidad. Se eliminó el barrillo dentinario con un preparado de ácido cítrico al 10% por 120 segundos para todas las muestras. La muestra fue dividida aleatoriamente los cuales fueron distribuidos mediante un sorteo con una esfera giratoria y sus cuarenta pelotitas en cuatro grupos de 10 cada uno GRUPO A (n=10) (grupo control), se cepillaron con dentífrico con hidroxiapatita, GRUPO B (n=10) se cepillaron con un dentífrico nHAp con tamaño de partícula de 356nm, GRUPO C (n=10) cepillados con dentífrico de nHAp y tamaño de partícula de 420nm, GRUPO D (n=10) cepillado con dentífrico nHAp y tamaño de partícula de 1817nm. Todos los grupos fueron cepillados con cepillo eléctrico Oral B Vitality por 2 minutos a temperatura ambiente, el cabezal se cambió cada 5 muestras, el procedimiento se realizó por 7 días. Se compararon 3 pastas de composición básica (A): carbopol, ácido fosfórico, fluoruro de sodio, propilenglicol adicionadas con partícula de nano hidroxiapatita con (B) 20% de nHAp y Tamaño 356 nm; (C) 20% de nHAP y Tamaño 420 nm; (D) 20% de nHAP y Tamaño 1817nm.

Análisis en perfilómetro de contacto antes y después de la aplicación de pastas dentales nHAp - determinación de la rugosidad final de los túbulos dentinarios

Las muestras fueron sometidas bajo el Perfilómetro de

Contacto BRUKER DEKTAK XT, con un área de escaneo de 1500 μm lineales y 120 segundos de duración. la visualización del sellado de los túbulos dentinarios se realizó con el Microscopio Electrónico de Barrido (SEM) TESCAN MIRA 3. Como se observa en la figura 1 en las muestras se colocó una capa de cinta de carbono doble faz, cubierta con evaporizador de oro SPUTTER COATING QUORUM Q105R, 15mA y 80mTorr por 60 segundos.



Figura 1. Muestra del disco de dentina con cubierta de oro para colocar en la platina SEM. Fuente: Autor

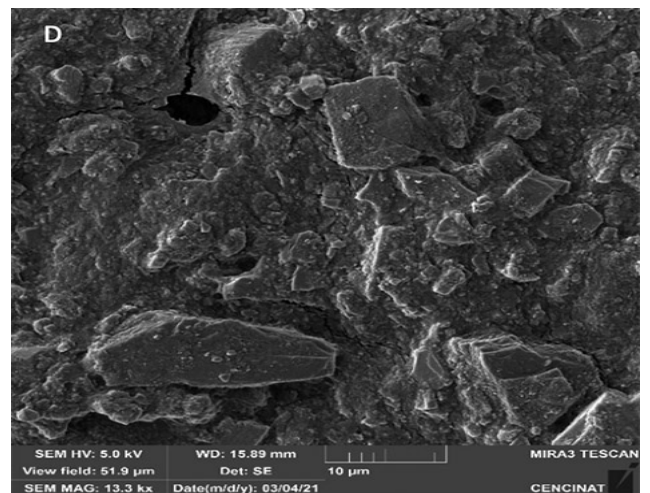
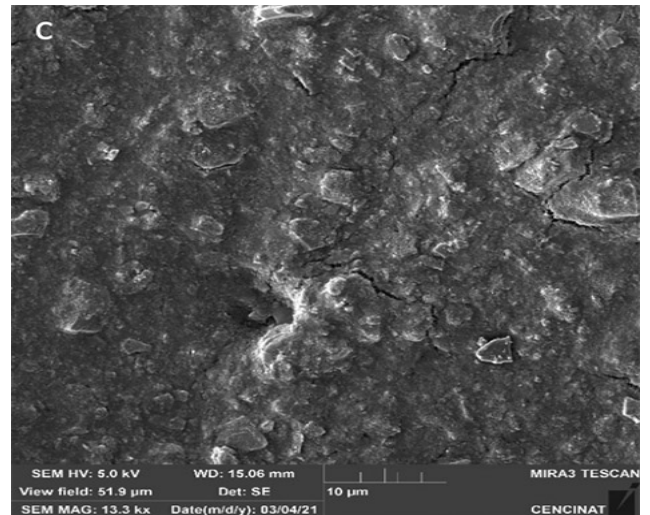
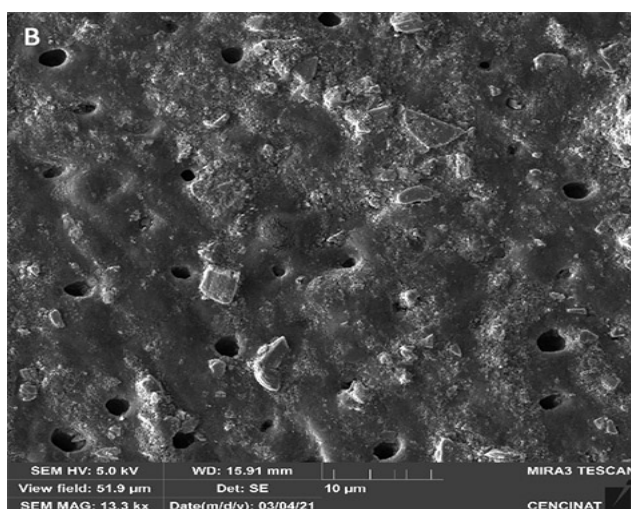
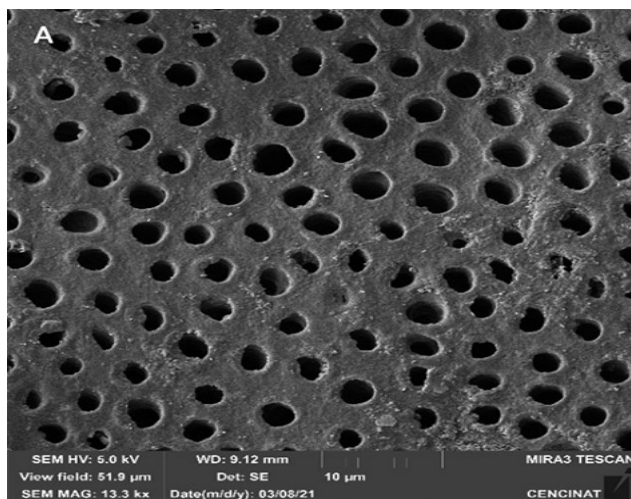


Figura 2. Rugosidad de los túbulos dentinarios. A: Grupo control aumento de la rugosidad. B: Grupo B con 20% de nHAP y tamaño de partícula 356 nm. C: Grupo C con 20% de nHAP y tamaño de partícula 420 nm. D: Grupo D con 20% de nHAP y tamaño de partícula 1817nm. Fuente Diego Gordón.

En las figuras 2, se observa la rugosidad de los túbulos dentinarios en los grupos B, C y D que disminuye después del cepillado por 7 días con dentífricos con nanopartículas de hidroxiapatita a la misma concentración con diferente tamaño de partícula, mientras que el grupo control existe un aumento de la rugosidad por el uso de la pasta dental que contiene hidroxiapatita.

Análisis Estadístico

Para el análisis de la información, los datos fueron recolectados en el programa de Microsoft Excel 2019, se transfirieron al paquete SPSS16.0 (PASW, EE. UU.). Se elaboró la prueba de normalidad, comprobándose la distribución normal de las muestras, se utilizó la prueba Shapiro Wilk, considerando estos aspectos se utilizó la prueba paramétrica ANOVA que comparó las varianzas medias de las rugosidades de túbulos dentinarios de los diferentes grupos.

RESULTADOS

Los resultados generales de la rugosidad de los túbulos dentinarios obtenidos a través del Perfilómetro de contacto, discos de dentina preparados con ácido cítrico al 10%, cepillados con un dentífrico con nHAp y diferentes tamaños de partícula antes y después de la aplicación de los dentífricos por 7 días se pueden observar en el Figura 3.

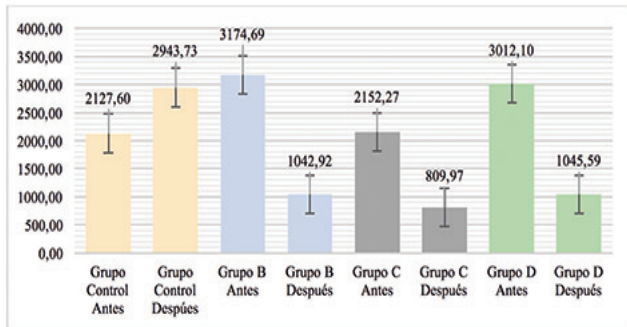


Figura 3. Medida de la rugosidad de antes y después del cepillado con el dentífrico de nanohidroxiapatita con tamaños de 356nm; 420nm; 1817nm.

Antes de la aplicación de los dentífricos al 20% nHAp y diferente tamaño de partícula, el grupo B presenta el mayor valor de rugosidad con $3174,69 \pm 1324,41$ nm y el grupo control tiene la menor rugosidad con $2127,60 \pm 904,41$ nm. Posterior a la aplicación de dentífricos al 20% nHAp y diferente tamaño de partícula.

La media y desviación estándar de la rugosidad de los túbulos dentinarios de los grupos después del cepillado con dentífrico con nanopartículas de hidroxiapatita con diferente tamaño de partícula y el control están expuestos en la tabla 1.

Tabla 1. Media y desviación estándar de la rugosidad de los túbulos dentinarios.

Detalle	Media (nm)	Desviación estándar	95% IC	
			Mínimo	Máximo
Grupo Control Después	2943,73	1314,65	2003,29	3884,18
Grupo B	1042,92	532,96	661,66	1424,18
Grupo C	809,97	266,48	619,34	1000,60
Grupo D	1045,59	252,70	864,82	1226,36

Prueba ANOVA por grupos

Se comparó la rugosidad de túbulos dentinarios de los grupos (control, B, C y D) antes del uso del dentífrico demostrando que no existe diferencia significativa entre las medias de esta propiedad ($p > 0,05$). Sin embargo, hay diferencia significativa de la rugosidad de los grupos después del cepillado por 7 días con los dentífricos con nHAp al 20% con diferente tamaño de partícula y grupo control.

Tabla 2. Prueba ANOVA por grupos.

		ANOVA				
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	p valor
Antes	Entre grupos	9226089,157	3	3075363,052	2,555	,071
	Dentro de grupos	43334181,862	36	1203727,274		
	Total	52560271,019	39			
Después	Entre grupos	29696940,852	3	9898980,284	18,44	,000
	Dentro de grupos	19325026,446	36	536806,290		
	Total	49021967,298	39			

Los grupos B, C y D demostraron diferencia significativa de la rugosidad de los túbulos dentinarios antes y después del cepillado por 7 días con los dentífricos con nanopartículas de hidroxiapatita ($p < 0,05$), no obstante, en el grupo control no se evidenció este comportamiento ($p > 0,05$). (Figura 4)

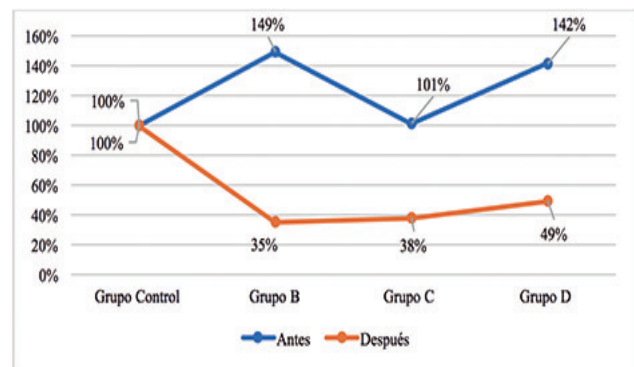


Figura 4. Porcentaje del efecto obliterante de los túbulos dentinarios.

DISCUSIÓN

Las pastas usadas en el experimento con nHAp demuestran una diferencia no significativa en la obliteración de los túbulos dentinarios. En 2015 Nithin Manchery Gopinath y Juntavee, A, 2021 refieren que las pastas dentales con nanohidroxiapatita por sus propiedades y biocompatibilidad inducen a la obliteración de los túbulos dentinarios y permiten la remineralización de los tejidos dentales.¹⁸ Yamagishi, K., Onuma, K indicaron que existe una remineralización, al actuar la pasta como una fuente de hidroxiapatita, en este estudio se observó a través del SEM la topografía antes y después de la aplicación de las pastas con nHAp, el cual reflejó la obliteración de los túbulos, por precipitación de cristales de nanohidroxiapatita, por consiguiente la microdureza de la dentina mejora sustancialmente por lo que la hipótesis propuesta fue aceptada. Divya Kuman en el 2016¹⁹ en su estudio demuestra que la mayor

eficacia de oclusión de túbulos con nanohidroxiapatita podría atribuirse al tamaño de partícula a nano escala resultado similar expuesto en la tabla 1, figura 2. La hidroxiapatita a nivel nano confiere propiedades funcionales muy superiores a la hidroxiapatita como bioactividad y osteoconductividad, en comparación de una microescala según el tamaño de grano.²⁰⁻²² Manchery²³ indica que el tamaño nanométrico de las partículas puede llegar a ocluir las porosidades formadas en tejidos desmineralizados como es en el caso de las nanopartículas de hidroxiapatita que llegaron a ocluir los túbulos dentinarios.

CONCLUSIONES

El efecto de las nanopartículas de hidroxiapatita al 20% en los dentífricos experimentales con diferente tamaño de partícula, dio resultado positivo en el sellado de los túbulos dentinarios.

Se comprobó que las pastas dentales con nanohidroxiapatita con un tamaño de partícula de 356 nm y 1817nm sobre la dentina expuesta y después de haber cepillado dos veces al día durante 7 días es eficaz en la obliteración de los túbulos dentinarios basándonos tanto en los resultados del perfilómetro de contacto como la del microscopio electrónico de barrido SEM y los análisis estadísticos demuestran que entre las dos no hay una diferencia significativa pero si hay el efecto obliterante de los túbulos dentinarios muy marcado.

Conflicto de interés: Los autores no tienen ningún conflicto de interés.

Financiamiento: autofinanciado

Contribución de los autores: Danilo Gordón desarrolló la parte experimental, estadística del estudio, Karina Farfán participó en la concepción, diseño del estudio, Monserrath Moreno participó en la revisión del estudio. Todos los autores escribieron el documento.

Referencias Bibliográficas

1. Granizo E. Simposio Internacional del Dolor Crónico. Hospital Hermanos Ameijeiras. La Habana, 1998.
2. Rodríguez, A. Sensibilidad dental. 2018. Recuperado 08 febrero 2021. Disponible en: <https://clnicasrodri-guezalacreu.com/sensibilidad-dental/>
3. Tortolini, P. Sensibilidad dentaria. *Av Odontostomatol.* 2003; 19(5): 233-237. Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0213-12852003000500004&lng=es&tlng=es.
4. Katz N, Ferrante FM. Nociception. En: Ferrante FM, Vade B, TR Churchill, eds. *Posoperative pain management.* New York Livingtone 1993;17-67.
5. Kumaran S, Ko T, Kurniawan R, Li C, Thayamkumar M. ANFIS modeling of surface roughness in abrasive waterjet machining of carbon fiber reinforced plastics. *J Mech Sci Technol.* 2017; 31(8): 3949-3954. Doi: <https://doi.org/10.1007/s12206-017-0741-9>
6. Regalado L, del Ángel A. Cambios ontogenéticos del tejido dental humano. Incremento de anillos del cemento. [Tesis de Doctorado]. 2015. [aprox. 80 pp.]. Repositorio Universidad Nacional Autónoma de México. 12-11. Disponible en: <http://132.248.9.195/ptd2015/octubre/0737437/Index.html>
7. Jacobsen P, Bruce G. Clinical dentin hypersensitivity: understanding the causes and prescribing a treatment. *J Contemp Dent Pract.* 2001;2(1):1-12. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12167939/>
8. Mas J. Alerta ante una amenaza creciente: erosión dental. Lima:Multi 2002; 159-62.
9. Sarmiento J. Bioseguridad en el blanqueamiento dentario. *Estética y Operatoria Dental.* 1 edición. Asociación peruana de Odontología restauradora y biomateriales. 2002; 133-7.
10. Kohen S, De Franceschi C, Rodríguez G, Cucien A, Maravankin F. *Estética del color dentario: blanqueamiento integral.* 2002. Buenos Aires: 75-7.
11. Pashley D, Tay F, Haywood V, Collins M, Drisko C. Dentin hypersensitivity: Consensus-based recommendations for the diagnosis and management of dentin hypersensitivity. *Inside Dent.* 2008; 4 (Ed. Esp.):1-35.
12. Närhi M, Jyväsjärvi E, Virtanen A, Huopaniemi T, Ngassapa D, Hirvonen T. Role of intradental A- and C-type nerve fibres in dental pain mechanisms. *Proc Finn Dent Soc.* 1992; 88 (Suppl):507-516.
13. West N, Seong J, Davies M. Dentine hypersensitivity. *Monogr Oral Sci.* 2006; 20:173-189. Doi: 10.1159/000093362.
14. Gysi A. An attempt to explain the sensitiveness of dentin. *Br J Dent Sci.*1900; 43:865-868.
15. Li B, Liu C, Fang Z, Cao Y, Zhou Z, Lu H. Acidic Monetite Complex Paste with Bleaching Property for In-depth Occlusion of Dentinal Tubules. In *J Nanome.* 2021; 16:31-45. Disponible en: <https://doi.org/10.2147/IJN.S287393>
16. Lee B, Kang S, Wang Y, Lin F, Lin C. In vitro study of dentinal tubule occlusion with sol-gel DP-bioglass for treatment of dentin hypersensitivity. *Dent Mater J.* 2007. 26(1):52-61. Doi: 10.4012/dmj.26.52.

17. Cunha J, Wataha J, Zhou L, Manning W, Trantow M, Bettendorf M, Heaton L, Berg J. Treating dentin hypersensitivity: therapeutic choices made by dentists of the northwest precedent network. *J Am Dent Assoc.* 2007;41(9):1097-105. Doi: 10.14219/jada.archive.2010.0340.
18. Medvecký L, Stulajterová R, Giretová M, Vojtko J, Balko J, Briancin J. Effect of tetracalcium phosphate/monetite toothpaste on dentin remineralization and tubule occlusion in vitro. *Dent Mater.* 2018; 34(3):442-451. Doi: 10.1016/j.dental.2017.11.022
19. Pei D, Meng Y, Li Y, Liu J, Lu Y. Influence of nano-hydroxyapatite containing desensitizing toothpastes on the sealing ability of dentinal tubules and bonding performance of self-etch adhesives. 2019. *J Mech Behav Biomed Mater.* 2019; 91:38-44. Doi: 10.1016/j.jmbbm.2018.11.021.
20. Manchery N, John J, Nagappan N, Subbiah GK, Premnath P. Remineralization potential of dentifrice containing nanohydroxyapatite on artificial carious lesions of enamel: A comparative in vitro study. *Dent Res J.* 2019;16(5):310-317. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31543937/>
21. Cervantes A, Cantú A, Cantú A. Sensibilidad dentaria: causas y tratamiento. *Rev Mex Estomatol.* 2018; 5(1): 65-67. Disponible en: <https://www.remexesto.com/index.php/remexesto/article/view/211/352>
22. Romero A, Escalona L, Acevedo A. Teorías y factores etiológicos involucrados en la hipersensibilidad dentinaria. *Act Odont Vene.* 2009; 47(1):260-269. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/262544225_Teorias_y_factores_etiologicos_involucrados_en_la_hipersensibilidad_dentinaria
23. Pájaro N, Olivero J, Padilla J. Nanotecnología aplicada a la medicina. *Rev Cient Guillermo Ockham.* 2013; 11(1): 160-180. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/281355431_Nanotecnologia_aplicada_a_la_medicina

Recibido: 24 de mayo 2022

Aceptado: 20 agosto 2022