

## Aplicaciones de biomateriales en la Estomatología

### Biomaterials applications in Dentistry

**Marian Pérez Pérez<sup>1</sup>, Marisol Leonisia Pérez Ferrás<sup>2</sup>, Angel Tomás Pérez Rodríguez<sup>3</sup>, Zonia M. Hechevarría Pérez<sup>4</sup>, Amed Pérez Pérez<sup>5</sup>**

1. Máster en Mantenimiento y Reacondicionamiento de Máquinas. Ingeniera Industrial. Instructora. Universidad de Holguín. Cuba.

2. Máster en Salud Bucal Comunitaria. Especialista de Segundo Grado en Ortodoncia. Asistente. Universidad de Ciencias Médicas de Holguín. Cuba.

3. Doctor en Ciencias. Ingeniero Químico. Profesor Titular. Universidad de Holguín. Cuba.

4. Especialista de Primer Grado en Estomatología General Integral. Asistente. Universidad de Ciencias Médicas de Holguín. Cuba.

5. Estudiante de cuarto año de Ingeniería Química. Instituto Superior Julio Antonio Mella. Universidad de Oriente. Cuba.

---

### RESUMEN

En este trabajo se muestra el resultado de una revisión bibliográfica minuciosa sobre los biomateriales de aplicación potencial en la Medicina, específicamente en la Estomatología, con el objetivo de actualizar los conocimientos sobre nuevos materiales biopoliméricos, aplicados en los tratamientos estomatológicos, según los programas de estudio. Para lograrlo, se han realizado investigaciones conjuntas sobre la didáctica aplicada, entre el Departamento de Estomatología de la Universidad de Ciencias Médicas de Holguín y el Grupo de Investigación de Materiales y Medio Ambiente (GIMMA), de la Universidad de Holguín. Entre sus resultados destacan la adquisición de nuevos conocimientos y la actualización de las aplicaciones de dichos biomateriales, para perfeccionar el diseño metodológico de los contenidos por impartir a los futuros egresados de la carrera de Estomatología.

**Palabras clave:** biomateriales, aplicaciones, estomatología.

---

## **ABSTRACT**

This project shows an advance bibliographical revision about biomaterials' potential application in medicine, specifically in Dentistry, to run new biopolimeric materials tests with academical purposes. Combined investigations about applied didactics to new materials, were carried out at the Stomatology Department of the University of Medical Sciences of Holguín and the Group of Investigation of Materials and Environment (GIMMA) of the University of Holguín. Knowledge acquisition brought up to date these biomaterials applications, to develop methodological designs of scholar contents.

**Keywords:** biomaterials, applications, dentistry.

---

## **INTRODUCCIÓN**

Cualquier sustancia o combinación de sustancias de origen natural o sintético, diseñadas para actuar interfacialmente con sistemas biológicos, con el fin de tratar, aumentar o sustituir algún tejido, órgano o función del organismo humano, se considera un biomaterial.<sup>1</sup>

Los biomateriales poseen propiedades excelentes que multiplican sus aplicaciones y estimulan el desarrollo y la síntesis de nuevos productos. Unidos al número elevado de monómeros que se conocen, son capaces de generar una gran variedad de polímeros y copolímeros, permiten la exploración del comportamiento mecánico, térmico y eléctrico con amplio espectro de propiedades y, mediante sus características prácticas surgen materiales con nuevas prestaciones.<sup>1</sup>

La vinculación entre la alta tecnología y el consumo masivo justifican el desarrollo de nuevos biomateriales poliméricos. Actualmente, en el sector médico se aprecia el interés creciente sobre el uso de polímeros biocompatibles en implantes, prótesis, suturas reabsorbibles, películas para piel artificial, injertos vasculares, dosificación de fármacos y restauraciones dentales.<sup>2-4</sup>

Es importante destacar la inclusión académica sobre Biotecnología, los nuevos materiales y sus aplicaciones, en las diferentes ramas de la Medicina. El alto nivel de la Educación Superior en Cuba se ha logrado también gracias al perfeccionamiento constante de sus programas de estudio.

## Problema científico

La necesidad de actualizar los conocimientos sobre los materiales biopoliméricos aplicados en los tratamientos estomatológicos.

El presente trabajo es el resultado de investigaciones conjuntas sobre didáctica aplicada a los biomateriales, entre el Departamento de Estomatología de la Universidad de Ciencias Médicas de Holguín y el Grupo de Investigación de Materiales y Ambiente (GIMMA),

de la Universidad de Holguín, con el objetivo de actualizar los conocimientos sobre nuevos materiales biopoliméricos para tratamientos estomatológicos en los programas de estudio de esta carrera, para perfeccionar el diseño metodológico de sus contenidos académicos.

## DESARROLLO

### Biomateriales

Cualquier sustancia o combinación de sustancias, de origen natural o sintético, diseñadas para actuar interfacialmente con sistemas biológicos, con el fin de tratar, aumentar o sustituir algún tejido, órgano o función del organismo humano, se considera un biomaterial.<sup>1</sup>

### Biopolímeros

Los materiales biodegradables que se utilizan en Medicina pueden ser de origen natural o sintético. Los requisitos más importantes para su uso son: la biocompatibilidad con el tejido receptor y la inocuidad entre el material y los productos de degradación. Pocos biomateriales de origen natural cumplen con estas exigencias, por lo que, en los últimos años, la investigación ha estado dirigida hacia la preparación y desarrollo de sistemas biodegradables con buena resistencia y tolerancia biológicas.<sup>5,6</sup>

Existe una gran variedad de materiales sintéticos que podrían ser utilizados como sistemas biocompatibles y bioestables, pero la condición de "biodegradabilidad" reduce considerablemente la relación. Debido al interés en los productos ambientalmente seguros (biomateriales), los ésteres de celulosa están siendo revaluados como una fuente natural de termoplásticos biodegradables.<sup>7,8</sup> Trabajos realizados por Reese<sup>9</sup> han demostrado la potencial biodegradabilidad de los acetatos de celulosa.

## Polímeros biomédicos estructurales

Son aquellos con una estructura y propiedades que favorecen su utilización como biomateriales; entre los más inertes se encuentran los siguientes:

- Polimetilmetacrilato (PMMA).
- Politetrafluoretileno (PTFE).
- Polidimetilsiloxano o goma de siliconas (SI).
- Polietilentereftalo (PET).
- Polipropileno (PP), Polisulfona (PSU).

Comparados con otros materiales, los polímeros tienen menos resistencia mecánica y mayor deformación a la rotura. Son aislantes térmicos y eléctricos resistentes a la biodegradación con menor elasticidad que el hueso y un valor cercano al tejido blando. Algunos polímeros poseen bajos valores de resistencia a la fatiga y al rozamiento, lo que limita su utilización. Otros son fuertes y resistentes a la fatiga; útiles para la transferencia de fuerzas mecánicas.<sup>10</sup>

## Polímeros aplicados en Estomatología

En este trabajo sólo se hace referencia a algunos de los polímeros más empleados en Estomatología.

Actualmente se aplican como biomateriales de crecimiento acelerado. Sus propiedades son especialmente útiles para la fabricación de dispositivos dentales. Actualmente se utilizan combinados con otros tipos de materiales (metálicos y cerámicos) para fines específicos. En Odontología también se forman polímeros *in situ* (en la boca del paciente) durante la intervención, como las restauraciones y cementos dentales. Los materiales odontológicos incluyen los polímeros y monómeros con sus iniciadores y catalizadores.

Es importante destacar que, los materiales poliméricos para usos médicos y odontológicos tienen más restricciones que los de uso convencional.

Entre los requisitos que deben cumplir los plásticos dentales, se encuentran:

1. Estabilidad dimensional durante el procesamiento. No debe dilatarse, contraerse ni curvarse, en la boca del paciente.
2. Propiedades mecánicas adecuadas y buena resistencia a la abrasión.
3. Peso específico bajo.
4. Temperatura de ablandamiento superior a la de cualquier alimento líquido caliente.
5. Totalmente insoluble en los líquidos bucales sin absorber cualquier otra sustancia.
6. Presentar propiedades ópticas, como translucidez o transparencia. No desentonar con los tejidos bucales que remplaza. Estar pigmentado o matizado.
7. Sin cambio de apariencia o color después del procesamiento.
8. Plástico biocompatible, insípido, no tóxico ni irritante, porosidad sin riesgo de contaminación microbiana.
9. Fácil procesamiento del plástico. Conversión en una prótesis con un equipo relativamente sencillo.

#### Aplicaciones de polímeros en Estomatología

Los principales campos de aplicación de los polímeros en Odontología son:

- Suturas.
- Impresiones.
- Dientes y prótesis dentales.
- Restauración y cementos.
- Instrumental y equipo auxiliar.

Las familias de polímeros empleados en cada uno de estos campos de aplicación, dependen del tipo de material que los conforman. Sobre los dientes deben aplicarse materiales duros de tipo vítreo, lo cual suele conseguirse con la familia de los poli (metacrilatos); para las impresiones, los materiales deformables elásticos de la familia de los polisiloxanos (siliconas).<sup>11-13</sup>

#### Resinas acrílicas

El poli (metacrilato de metilo), PMMA, es un termoplástico que puede moldearse con calor. En Odontología se usa mucho para la fabricación de dientes bases de prótesis dentales.

En estas aplicaciones dentales no se parte del termoplástico, sino que se mezcla con su propio monómero, formando una pasta moldeable que se polimeriza para obtener la pieza final en forma sólida. Hay dos métodos para realizar esta polimerización:

1. Calentamiento de la pasta hasta el curado térmico con resinas de curado.
2. Pasta a temperatura ambiente hasta que autopolimerice la resina.

Estos acrílicos tienen una contracción (del 0,2% al 0,5%) con capacidad para absorber o ceder agua. No son solubles en agua o saliva; sí en disolventes orgánicos como acetona y benceno.

A veces se añaden pigmentos y fibras con fines estéticos y plastificantes para favorecer su ductilidad como en la fabricación de dientes o bases dentales, donde el material debe ser duro y rígido.

Al contacto directo con la encía, se requiere un material más suave y blando. Esta cualidad se puede obtener añadiendo un plastificante o mejor aún, una plastificación interna con mayor grado de libertad en los grupos pendientes del polímetro, utilizando otros poli (metacrilatos), como puede ser el poli (metacrilato de n-butilo).<sup>14</sup>

#### Indicaciones de los polímeros acrílicos

Los polímeros acrílicos se utilizan en:

- Prótesis completa.
- Prótesis parciales removibles.

- Aparatos de Ortodoncias.
- Base en prótesis maxilofacial.
- Cubetas individuales fabricadas en modelos de escayola para una segunda impresión más exacta.
- Dientes artificiales hechos por un estroma polimérico que atrapa partículas inorgánicas como los composites
- Coronas provisionales o fundas para estética.
- Placas de base adaptadas a las zonas anatómicas que recubren las áreas de soporte y retención; molde temporal que representa la base de la dentadura, conocidas como bases de registro temporal o de prueba.<sup>14</sup>

#### Elastómeros

Los cauchos son polímeros que pertenecen a la familia de los elastómeros. Sus características fundamentales son las de soportar el calor y deformación mediante la aplicación de una fuerza mayor que su tamaño natural.<sup>15</sup>

Los dos campos de aplicación de los polímeros en los cuales el material ha de ser blando son:

1. Materiales para impresión.
2. Materiales para la confección de las prótesis dentales.

#### Materiales para impresiones dentales

Los polímeros más usados como materiales para impresión son de la familia de las siliconas o polisiloxanos.<sup>8</sup> Para obtener una impresión fiel de la estructura bucal es necesario un material de propiedades adecuadas tales como:

- Elástico.
- Conservar la huella al ser retirado de la boca.

- Mantener las medidas durante todo el proceso de preparación.

Las siliconas de uso dental desarrolladas tienen todas estas propiedades. Los polisulfuros y poliéteres (elastómeros) se siguen usando en ciertos polímeros naturales como el agar-agar y el ácido alginico; polisacáridos que con el agua forman hidrocoloides de propiedades elásticas y estables dimensionalmente.

Siliconas que se utilizan en prótesis dentales

Las siliconas vulcanizan mediante el calentamiento con un agente adecuado. De esta forma se obtienen las siliconas de curado térmico; útiles para la fabricación de prótesis, no así como materiales de impresión en la boca. Para estas aplicaciones deben emplearse siliconas que vulcanicen a temperatura ambiente, como las RTV.<sup>8</sup>

Ionómero vítreo y compómeros. Material compuesto o composite

La denominación compómeros se utiliza para nombrar a las resinas compuestas o composites que, una vez polimerizada, adquieren las características típicas de un ionómero vítreo.

Vale la pena destacar que, un compómero no es ionómero vítreo sino una resina reforzada o composite con propiedades similares a las de un ionómero. Un ionómero modificado con resinas se endurecerá mediante la clásica reacción ácido-base, por la polimerización de aquellos que le dará al ionómero algunas de sus propiedades principales como: rigidez y resistencia a la abrasión. El campo de la restauración dental está dominado por los materiales compuestos o composites. Se dicen compuestos porque constan de dos fases: una matriz orgánica continua (polímero) y un relleno inorgánico en forma de micropartículas, que le concede buenas propiedades mecánicas al composite. La polimerización en los trabajos y restauraciones suele realizarse *in situ*.<sup>16</sup>

Los monómeros pueden ser también de la familia de los metacrilatos, pero de estructuras más complicadas que el metacrilato de metilo. En este caso el *Bis-GMA* se trata de un di-metacrilato que polimeriza entrecruzando las cadenas en una malla tridimensional con una mayor resistencia mecánica y a la adsorción de agua o el ataque de otras sustancias presentes en la boca. Además, la molécula del monómero *Bis-GMA* es muy grande con un peso molecular 5 veces mayor que el metacrilato de metilo. Este gran tamaño disminuye la concentración de volumen en la polimerización.<sup>17, 18</sup> La polimerización del monómero se realiza mediante un iniciador de radicales libres y un acelerador. Igual que en las resinas acrílicas, el iniciador suele ser un peróxido y el acelerador una amina terciaria.<sup>19</sup> Se tienen así los composites de curado químico o autocurables,

que vienen en dos frascos: uno con el peróxido y otro con la amina, separados hasta el momento de la mezcla. Ambos frascos contienen monómeros y rellenos inorgánicos.

#### Ionómeros-Vidrio

Según investigaciones anteriores, los ionómeros pueden ser clasificados en ionómeros convencionales o ionómeros modificados con resinas. Estos últimos pueden modificarse con resinas de fotopolimerización o de autopolimerización.

El término ionómero vítreo se aplica al ionómero convencional, en tanto el ionómero vítreo-resina o *VIR* e ionómero híbrido se aplican a los ionómeros modificados con resinas de autopolimerización o fotopolimerización.<sup>20-22</sup>

En Odontología se usan los cementos dentales como materiales adhesivos para unir y fijar. Los materiales llamados vidrio-ionómero constan de dos componentes principales: vidrio atacable por los ácidos (que se descompone en presencia de ácidos) y polielectrólito ácido (polímero soluble en agua con grupos del tipo ácido carboxílico ionizables o poliácido).<sup>23, 24</sup>

El mecanismo de fraguado de estos materiales funciona cuando el vidrio atacado por el poliácido libera cationes en el agua. Estos últimos unen varios grupos carboxilato ionizados de las cadenas y las entrecruza unas con otras, formando así una malla tridimensional resistente.<sup>25</sup>

Se presentan en dos frascos:

- Uno contiene el vidrio, en forma de polvo muy fino, con diámetros de partícula alrededor de 10  $\mu\text{m}$ .
- El otro contiene el poliácido en agua. Además del poliácido, el agua contiene una pequeña proporción de ácido tartárico, aditivo que facilita la migración de los cationes desde la superficie del vidrio hacia el seno de la fase acuosa, donde están los grupos carboxilato.

Los vidrios suelen ser fluoroaluminosilicatos cálcicos y los poliácidos pertenecen a la familia de los poli (alcanoicos). Los miembros de esta familia más usados son el homopolímero de ácido acrílico y los polímeros de éste con el ácido itacónico, con el ácido maleico o con el ácido metacrílico.<sup>26</sup>

Los materiales de ionómero-vidrio tienen muy buena adhesión al diente, debido al doble papel de los grupos carboxilato. Estos aniones forman enlaces iónicos fuertes con los cationes calcio en la

superficie de la dentina y del esmalte, pero también pueden desplazar a los grupos fosfato de la superficie de la hidroxiapatita. Los materiales de ionómero-vidrio se utilizan en muy diversas aplicaciones como: cementos, para fijar restauraciones metálicas, cerámicas, composites y aditamentos ortodónticos.<sup>27</sup>

También se utilizan como materiales base de restauración en abrasiones o cavidades no muy grandes. Sin embargo, en estas aplicaciones los polímeros descritos tienen una menor resistencia al desgaste y a las tensiones mecánicas; por lo que se han desarrollado cementos ionómero-vidrio híbridos o modificados con resina. Uno de los monómeros usados para este tipo de híbridos es el metacrilato de 2-hidroxietilo (HEMA).<sup>28-30</sup>

Debido al acelerado desarrollo tecnológico la síntesis de nuevos productos propicia la aparición sistemática de biomateriales con nuevas prestaciones. Los autores de este artículo consideramos que es necesario mantener el estudio constante sobre el diseño metodológico de los contenidos referentes al tema en cuestión con un nivel de profundización y actualización adecuados a nuestros estudiantes.

## **CONCLUSIONES**

Se realizó una revisión bibliográfica sobre los procesos de caracterización y propiedades de los materiales poliméricos que presentan potencial aplicación en Estomatología. Este trabajo contribuye a la adquisición de nuevos conocimientos y la actualización en cuanto a las aplicaciones de estos biomateriales, lo que permite, a la vez, perfeccionar el diseño metodológico de los contenidos que sobre este tema se deben impartir a los futuros egresados de la carrera de Estomatología.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. Rodríguez Sepúlveda LJ, Orrego Alzate CE. Aplicaciones de mezclas de biopolímeros y polímeros sintéticos: revisión bibliográfica. Rev Científ.2016 [citado 2 jul 2016]; 2(25): 252-264. Disponible en: <http://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/revcie/article/view/10424/11790>
2. Bucheli Romero MC. Evaluación de la microfiltración en restauraciones indirectas cementadas con resina precalentada, cemento de grabado total y un agente auto adhesivo. [Tesis]. [Quito]: Universidad San Francisco de Quito; 2017.127p. Disponible en: <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/6432/1/130958.pdf>

3. Otaño Lugo R. Aparatos utilizados en el nivel primario de atención estomatológica. Urgencias estomatológicas. En: Ortodoncia. La Habana: Ciencias Médicas; 2014.p.206-221.
4. Tahriri M, Moztaarzadeh F. Preparation, characterization, and in vitro biological evaluation of PLGA/nano-fluorohydroxyapatite (FHA) microsphere-sintered scaffolds for biomedical applications. Appl Biochem Biotechnol. 2014[citado 5 sep 2017]; 172 (5): 2465–2479. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs12010-013-0696-y>
5. Shahmiri R, Standard OC, Hart JN, Sorrell CC. Optical properties of zirconia ceramics for esthetic dental restorations: A systematic review. J Prosthet Dent. 2018[citado 15 sep 2017]; 119 (1): 36 - 46. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022391317305012?via%3Dihub>
6. Nápoles González IJ, Nápoles Salas AM, García Nápoles CI, Castellanos Zamora M, Silva Martínez Y. Caracterización de los pacientes con reparaciones de prótesis estomatológica. AMC. 2017 [citado 5 sep 2017]; 21(3): 321-327. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1025-02552017000300003&lng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1025-02552017000300003&lng=es)
7. Hamad K, Kaseem M, Ko YG, Deri F. Biodegradable polymer blends and composites: An overview. Polymer Science Series A. 2014[citado 25 mar 2016]; 56 (6):812-29. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1134%2FS0965545X14060054>
8. Juárez D, Balart R, Ferrándiz S, García D. Estudio y análisis de los polímeros derivados del estireno-butadieno-UPV. Rev <sup>3</sup>Ciencias. 2013 [citado 19 dic 2016]; 4: 1-17. Disponible en: <http://www.3ciencias.com/wp-content/uploads/2013/02/estireno-butadieno.pdf>
9. Reese ET. Biological Degradation of Cellulose Derivatives. Ind Eng Chem. 1957[citado 19 dic 2016]; 49 (1): 89–93. Disponible en: <https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/ie50565a033>
10. Butrón Apaza GC, Cabrera Bustamante G. Propiedades físicas de los biomateriales en odontología. Rev Act Clin Med. 2013[citado 23 sep 2017]; 30:1478-1482. Disponible en: [http://www.revistasbolivianas.org.bo/pdf/raci/v30/v30\\_a01.pdf](http://www.revistasbolivianas.org.bo/pdf/raci/v30/v30_a01.pdf)
11. dos Santos Alves Morgan LF, Vieira Martins A, de Castro Albuquerque R, Richard Silveira R, França Alves Silva NR, Nogueira Moreira A. Mini fiberglass post for composite resin restorations: A clinical report. J Prosthet Dent. 2016 [citado 22 jul 2016]; 115 (6): 654-657. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022391315006150>

12. Edison Andrés FM. Grado de sellado marginal de restauraciones de resina compuesta realizadas con un material mono incremental y uno convencional. [Tesis]. [Quito]: Universidad Central del Ecuador. Facultad de Odontología; 2017. 49 p. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/9443/1/T-UC-0015-560.pdf>
  
13. Fiallos Sánchez JE. Degradación de la fuerza de ligas intermaxilares de uso ortodóntico de diferentes casas comerciales según el tiempo empleado. Estudio in vitro. [Tesis]. [Quito]: Universidad Central del Ecuador. Facultad de Odontología; 2016. 51 p. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/6642>
  
14. Ashuri M, Moztafzadeh F, Nezafati N, Hamedani AA, Tahriri M. Development of a composite based on hydroxyapatite and magnesium and zinc-containing sol-gel-derived bioactive glass for bone substitute applications. Mater Sci Eng. 2012[citado 22 jul 2016]; 32(8): 2330–2339. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0928493112003220?via%3Dihub>
  
15. Orozco Estrada E, Gurrola Martínez B, Casasa Araujo A. Tracción de Canino Maxilar Izquierdo Impactado con Botón Bondeable, Ligadura Metálica y Cadena Elastomérica. Int J Odontostomat. 2017 [citado 5 oct 2017]; 11(1): 77-82. Disponible en: [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-381X2017000100012&lng=es](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-381X2017000100012&lng=es)
  
16. Jiménez Mejía VA. Elaboración de prótesis totales con biomateriales fotopolimerizables. [Tesis]. [Guayaquil]: Universidad de Guayaquil. Facultad Piloto de Odontología; 2016. 45p. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/17796/1/JIMENEZviviana.pdf>
  
17. Klinke T, Daboul A, Turek A, Frankenberger R, Hickel R, Biffar R. Clinical performance during 48 months of two current glass ionomer restorative systems with coatings: a randomized clinical trial in the field. Trials. 2016 [citado 21 may 2017]; 17: 239. Disponible en: <https://trialsjournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13063-016-1339-8>
  
18. Soares DG, Basso FG, Scheffel DL, Giro EM, de Souza Costa CA, Hebling J. Biocompatibility of a restorative resin-modified glass ionomer cement applied in very deep cavities prepared in human teeth. Gen Dent. 2016 [citado 28 sep 2017]; 64 (4): 33-40. Disponible en: <http://europepmc.org/abstract/med/27367631>
  
19. Barandehfard F, Keyanpour-Rad M, Hosseinnia A, Kazemzadeh SM, Vaezi MR, Hassanjari Roshan A. Sonochemical synthesis of hydroxyapatite and fluoroapatite nanosized bioceramics. J

Ceram Process Res. 2012. 13(4): 437–440. Disponible en:

[https://www.researchgate.net/profile/Azarmidokht\\_Hosseinnia/publication](https://www.researchgate.net/profile/Azarmidokht_Hosseinnia/publication)

20. Malik Masudi S, Luddin N, Ahmad Shiekh R. One-pot synthesis of hydroxyapatite–silica nanopowder composite for hardness enhancement of glass ionomer cement (GIC). Bull Mater Sci. 2014[citado 28 sep 2017];37(2):213-219. Disponible en:

<https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs12034-014-0648-3>

21. Mosquera Navarro JL. Estudio de la técnica restaurado de sándwich cerrado mediante la aplicación de ionómero de vidrio convencional y su optimización mediante el acondicionamiento ácido simultáneo y selectivo. [Tesis]. [Guayaquil]: Universidad de Guayaquil. Facultad Piloto de Odontología; 2014.51p. Disponible en:

<http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/6249/1/MOSQUERAjohanna.pdf>

22. Zeballos López L, Valdivieso Pérez Á. Materiales dentales de restauración. Rev Act Clín. 2013 [citado 28 ago 2017]; 30: 1498-1504. Disponible en:

[http://www.revistasbolivianas.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext](http://www.revistasbolivianas.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext)

23. Barandehfard F, Kianpour Rad M, Hosseinnia A, Khoshroo K, Tahiri M, Jazayeri HE, *et al.* The addition of synthesized hydroxyapatite and fluorapatite nanoparticles to a glass-ionomer cement for dental restoration and its effects on mechanical properties. Ceram Internati. 2016[citado 28 ago 2017];42(15):17866-17875. Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0272884216314304>

24. Delgado Muñoz CR, Ramírez Ortega JP, Yamamoto Nagano IA. Liberación de fluoruro de dos cementos de ionómero de vidrio: estudio in vitro. Rev Odontol Mexicana. 2014[citado 9 feb 2016 0]; 18 (2), 84-88. Disponible en: <http://ac.els-cdn.com/S1870199X14720567>

25. Villavicencio CA, Narimatsu MH, Mondelli RFL, Furuse AY, Mondelli J. MICROPIN: Método alternativo para restaurar dientes anteriores con fractura coronaria extensa. RODYB 2016 [citado 18 abr 2017]; 5 (3): 1-7. Disponible en: [http://www.rodyb.com/wp-content/uploads/2016/08/rodysep\\_dic-2016-micropin.pdf](http://www.rodyb.com/wp-content/uploads/2016/08/rodysep_dic-2016-micropin.pdf)

26. Mickenautsch S. High-viscosity glass-ionomer cements for direct posterior tooth restorations in permanent teeth: The evidence in brief. J Dent. 2016 [citado 6 may 2017]; 55: 121-123. Disponible en:

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0300571216302093>

27. Davidson CL. Avances en cementos de ionómero de vidrio. J Mínim Interv Dent .2009 [citado 29 ene 2017]; 2(1): 171-183. Disponible en: <http://www.miseeq.com/s-2-1-2.pdf>
28. Moreno S, Villavicencio J, Ortiz M, Jaramillo A, Moreno F. Restauraciones preventivas en resina como estrategia para control de la morfología dental. A Odontológ Venezolana. 2007 [citado 25 feb 2016]; 45(4):1-16. Disponible en: [http://saber.ucv.ve/ojs/index.php/rev\\_aov/article/view/4450/4261](http://saber.ucv.ve/ojs/index.php/rev_aov/article/view/4450/4261)
29. Nuri Sari M, Seyed Tabaii E, Salehi Vaziri A, Ghaffari H, Araghbidi Kashani M, Eslami Amirabadi G. Effect of nano-hydroxyapatite incorporation into resin modified glass ionomer cement on ceramic bracket debonding. JIDAI. 2014[citado 25 feb 2016]; 26(3):208-213. Disponible en: [http://jidai.ir/browse.php?a\\_id=1650&sid=1&slc\\_lang=en](http://jidai.ir/browse.php?a_id=1650&sid=1&slc_lang=en)
30. García Alguacil CM, de la Paz Suárez TR, Ramírez Aguirre M. Optimización de la Técnica de Sándwich Cerrado mediante el acondicionamiento de ácido selectivo y simultáneo. Rev Electrón Dr. Zoilo E. Marinello Vidaurreta. 2016 [citado 8 ene 2017]; 41 (10) Disponible en: [http://revzoilomarinaldo.sld.cu/index.php/zmv/article/view/912/pdf\\_344](http://revzoilomarinaldo.sld.cu/index.php/zmv/article/view/912/pdf_344)

Recibido: 6 de octubre de 2017

Aprobado: 20 de febrero de 2018

MSc. *Marisol Leonisia Pérez Ferrás*. Universidad de Ciencias Médicas de Holguín. Cuba.  
Correo electrónico: [marisolpf@infomed.sld.cu](mailto:marisolpf@infomed.sld.cu)