

**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS  
CARRERA DE ODONTOLOGÍA**

**Tema:**

Eficacia del uso del grafeno como nuevo material en odontología restauradora

**AUTOR:**

Montesinos Mejía Felipe

**Trabajo de titulación previo a la obtención del título de  
ODONTÓLOGO**

**TUTOR:**

Altamirano Vergara Norka Marcela

**Guayaquil - Ecuador  
22 de febrero del 2022**



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS  
CARRERA DE ODONTOLOGÍA

### CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo de titulación fue realizado en su totalidad por **Montesinos Mejía Felipe**, como requerimiento para la obtención del título de **odontólogo**.

### TUTOR (A)

f. \_\_\_\_\_

Altamirano Vergara Norka Marcela

### DIRECTOR DE LA CARRERA

f. \_\_\_\_\_

Bermúdez Velásquez, Andrea Cecilia

**Guayaquil, a los 22 días del mes de febrero del 2022**



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

**FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS**

**CARRERA DE ODONTOLOGÍA**

**DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

Yo, Montesinos Mejía Felipe

**DECLARO QUE:**

El Trabajo de Titulación, “**Eficacia del uso del grafeno como nuevo material en odontología restauradora**” previo a la obtención del título de **odontólogo**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

**Guayaquil, a los 22 días del mes de febrero del 2022**

**EL AUTOR**

f. \_\_\_\_\_

**Montesinos Mejía Felipe**



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

**FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS**

**CARRERA DE ODONTOLOGÍA**

**AUTORIZACIÓN**

Yo, **Montesinos Mejía Felipe**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la **publicación** en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación, “Eficacia del uso del grafeno como nuevo material en odontología restauradora”, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

**Guayaquil, a los 22 días del mes de febrero del 2022**

**EL AUTOR:**

f. \_\_\_\_\_

**Montesinos Mejía Felipe**

## REPORTE URKUND

URKUND

Dokument [Felipe Montesinos - Tesis - Urkund.docx](#) (D128291003)

Inskickat 2022-02-18 11:46 (-05:00)

Inskickad av felipe.montesinos@cu.ucsg.edu.ec

Mottagare norka.altamirano.ucsg@analysis.orkund.com

0% av det här c:a 3 sidor stora dokumentet består av text som också förekommer i 0 st källor.

A handwritten signature in blue ink, enclosed in a blue oval. The signature appears to read "Norka Altamirano" with some additional scribbles.

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero agradecer principalmente a mi madre, por quien he llegado a estar donde me encuentro hoy en día. Nunca pense en llegar tan lejos en cuanto a mis estudios se refiere, pero gracias a su ayuda hoy esto es una realidad.

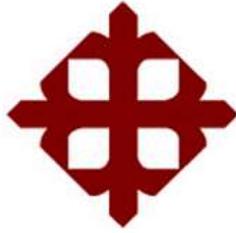
Por ultimo quiero agradecer a mis amigas Renata, Nathalie y Lesly que sin su ayuda este semestre no hubiera podido conseguir mi título.

## DEDICATORIA

Quiero dedicar esta tesis principalmente a mi madre, quien ha realizado toda clase de esfuerzos físicos y económicos para que yo pueda tener una buena educación a lo largo de mi vida; y por todos los sacrificios que ha hecho por mi, y sobre todo por las cosas que hace como madre y que como hijo no soy capaz de imaginar o comprender.

***Gracias Mamá***

***Felipe Montesinos Mejía***



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS  
CARRERA DE ODONTOLOGÍA**

**TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

f. \_\_\_\_\_

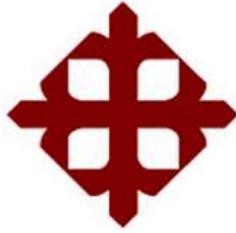
**Bermúdez Velásquez, Andrea Cecilia**  
DECANO O DIRECTOR DE CARRERA

f. \_\_\_\_\_

**Ocampo Poma Estefanía Del Roció**  
COORDINADOR DEL ÁREA O DOCENTE DE LA CARRERA

f. \_\_\_\_\_

**Gallardo Bastidas Juan Carlos**  
OPONENTE



**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**  
**FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS**  
**CARRERA DE ODONTOLOGÍA**

**CALIFICACIÓN**

**TUTOR**

f. \_\_\_\_\_

Dra Norka Altamirano V

## **“Eficacia del uso del grafeno como nuevo material en odontología restauradora”**

“Efficacy of the use of graphene as a new material in restorative dentistry

Felipe Montesinos Mejía<sup>1</sup>, Dra Norka Marcela Altamirano Vergara<sup>2</sup>

1. Alumno de la carrera de Odontología, UCSG, Guayaquil, Ecuador.
2. Docente, de la carrera de Odontología, UCSG, Guayaquil, Ecuador.

### **Resumen**

**Introducción:** el grafeno es un nano material muy novedoso descubierto hace poco más de 17 años. Este nuevo material mostro ser muy versátil en cuanto a sus aplicaciones, por lo cual desde su descubrimiento muchos investigadores lo han utilizado en diversas áreas; pero más recientemente en el área de la odontología, concretamente en las áreas de implantología y de materiales restauradores. Es por esto que con la presente investigación se busca identificar cuáles sus beneficios en el área de la odontología restauradora.

**Objetivo:** con la presente investigación se busca identificar cuáles son sus beneficios en el área de la odontología restauradora en los materiales como las resinas, adhesivos, PMMA, cerámicas y los ionomeros.

**Materiales y métodos:** el presente trabajo de investigación es una revisión sistemática que lleva por enfoque un análisis cualitativo retrospectivo transversal no experimental de diseño descriptivo. Se recopilaron 31 artículos y fueron utilizados 15 y los 16 restantes se descartaron por no cumplir con los criterios de inclusión.

**Resultados:** la mayor parte de los artículos analizados mostraron mejorías mecánicas como resistencia a la compresión y modulo elástico. Por otra parte algunos materiales vieron reducido su ángulo de contacto de superficie lo cual otorgo propiedades antiadherentes evitando el crecimiento bacteriano.

**Conclusión:** en conclusión, los materiales evaluados mostraron tener beneficios en sus propiedades mecánicas, antibacterianas y en el caso de los adhesivos su grado de polimerización; exceptuando a las cerámicas, de las cuales no se obtuvo información al respecto.

**Palabras clave:** grafeno, resinas, adhesivos, PMMA, ionomero de vidrio, cerámicas.

## Abstract

**Introduction:** graphene is a very novel nanomaterial discovered just over 17 years ago. This new material proved to be very versatile in terms of its applications, which is why many researchers have used it in various areas since its discovery; but more recently in the area of dentistry, specifically in the areas of implantology and restorative materials. That is why this research seeks to identify its benefits in the area of restorative dentistry.

**Objective:** this research seeks to identify its benefits in the area of restorative dentistry in materials such as resins, adhesives, PMMA, ceramics and ionomers.

**Materials and methods:** this research work is a systematic review that focuses on a non-experimental cross-sectional retrospective qualitative analysis with a descriptive design. 31 articles were collected and 15 were used and the remaining 16 were discarded because they did not meet the inclusion criteria.

**Results:** most of the articles analyzed showed mechanical improvements such as compressive strength and elastic modulus. On the other hand, some materials saw their surface contact angle reduced, which gave non-stick properties, preventing bacterial growth.

**Conclusion:** in conclusion, the materials evaluated showed benefits in their mechanical and antibacterial properties and, in the case of adhesives, their degree of polymerization; except for ceramics, for which no information was obtained in this regard.

Keywords: graphene, resins, adhesives, PMMA, glass ionomer, ceramics

## Introducción

El grafeno y sus derivados son una nueva clase de materiales descubiertos a principios del nuevo milenio, los cuales han sido denominados como nanomateriales debido a su estructura laminar del grosor de un átomo; esto fue señalado por diversos investigadores incluyendo a Urcuyo R y colaboradores en el año 2021 en su artículo "Perspectives and real applications of graphene at 16 years after its breakthrough". Este nuevo material demostró poseer propiedades eléctricas y mecánicas muy peculiares, por lo cual despertó el interés de muchas industrias para la creación de nuevas tecnologías con la integración de este nuevo material. Una de las industrias que quiere aprovechar las propiedades de este nuevo compuesto, es la de la odontología, especialmente en el área de la odontología restauradora.<sup>1</sup>

Cada vez que la ciencia genera avances tecnológicos, la

odontología restauradora la sigue de cerca implementando estos avances a sus materiales de trabajo. Esto ha ocurrido muchas veces en el pasado como cuando aparecieron las cerámicas a base de zirconia, o con la implementación del 10mdp en los adhesivos odontológicos. Es por esto, que actualmente la aparición del grafeno es vista con mucho interés, puesto que los más recientes estudios han demostrado su capacidad de prevenir la adhesión microbiana como lo expusieron Lee J-H y colaboradores en el año 2018 en su artículo "anographene oxide incorporated into PMMA resin to prevent microbial adhesion", mientras que por otro lado, el aumento del módulo elástico y flexural en PMMA fueron expuestos por DI Carlo S. y colaboradores en el año 2020 en su artículo "Flexural strength and elastic modulus evaluation of structures made by conventional PMMA and PMMA reinforced with graphene".<sup>2,3</sup>

Una vez habiendo tenido esto en cuenta, es de gran importancia que la odontología siga de cerca los avances tecnológicos que van aconteciendo con el pasar de los años.<sup>1</sup>

El objetivo de esta investigación es determinar la eficacia de la implementación de esta nueva tecnología en el área de la odontología restauradora mediante la revisión de la literatura actualmente disponible para de esta manera dilucidar las opciones que este nuevo material nos está otorgando.<sup>1,3</sup>

### **Materiales y métodos**

El presente trabajo de investigación es una revisión de la literatura que lleva por enfoque un análisis cualitativo retrospectivo transversal no experimental de diseño descriptivo. Este estudio fue llevado a cabo mediante la obtención de artículos científicos en español e inglés, recopilados a partir de metabuscadores como

PubMed, Cochrane y Google Scholar. A fin de obtener artículos relacionados al tema, se utilizaron términos MESH como "Grafeno", AND "resinas", OR "adhesivos", OR "PMMA", OR "cerámicas", OR "ionómero". Se emplearon estos mismos términos como criterios de inclusión, tomando en cuenta todo artículo del año 2004 a la actualidad que hayan mostrado información relevante acerca de los mismos. Una persona estuvo encargada de la recolección de información. Se logró recopilar una cantidad de 31 artículos. 16 artículos fueron descartados, quedando un total de 15, puesto que no estuvieron enfocados a la aplicación del grafeno en materiales restauradores. También artículos que no mostraron resultados favorables en la aplicación al material, o que tuvieran información insuficiente o irrelevante.

## Resultados

A día de hoy, los datos existentes sobre el uso del grafeno en la odontología restauradora, han sido prometedores. Los resultados a continuación son los siguientes. La distribución de los artículos utilizados es la siguiente como se muestra en la Figura 1, los cuales nos dan evidencias recientes para nuestra investigación.

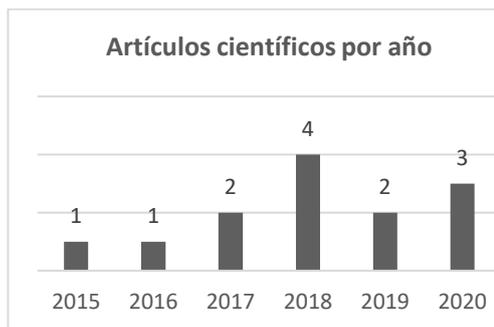


Figura 1. Distribución por año de artículos científicos utilizados

## Resinas

De los estudios revisados en este trabajo de investigación, se pudo observar mejorías en sus propiedades térmicas, actividad antimicrobiana, rugosidad superficial, propiedades mecánicas y grado de conversión.

Las propiedades térmicas se vieron aumentadas un 12% al someterse a altas temperaturas en comparación a la muestra convencional utilizada. Esto quiere decir que la resina experimental con grafeno perdió una cantidad considerablemente menor de relleno.<sup>4</sup>

En cuanto a las propiedades antimicrobianas, estas fueron las que más resultados favorables obtuvieron. Se pudieron determinar 2 factores que mejoran su actividad antimicrobiana. El primero es la hidrofobicidad que otorga al material, el cual dificulta que se adhieran microorganismos, y el segundo es la acción mecánica de nano agujas de óxido de zinc las cuales se formaron sobre las nano placas de grafeno; este último es muy eficaz ante el s. mutans, puesto que es capaz de dañar sus células al contacto.<sup>4,5</sup>

Uno de los principales beneficios que adquieren los materiales a los que se les agrega grafeno es la de mejorar sus propiedades

mecánicas, y las resinas no son la excepción. Se pudo determinar en un estudio que el compuesto experimental de grafeno obtuvo el doble del módulo elástico; que para la resina común fue de 7MPa.<sup>6</sup> También se registraron valores de 8MPa más que la muestra de estudio para las pruebas de resistencia a la flexión. Por otro lado la resistencia a la compresión también se vio mejorada por 17Mpa en comparación a la resina convencional. Se teoriza que estas propiedades mecánicas mejoradas se deben a la dispersión homogénea del grafeno y la hidroxiapatita, dando como resultado una propagación uniforme de las fuerzas.<sup>6</sup>

Como último beneficio concerniente a las resinas, está el grado de conversión mejorado en los compuestos que contenían grafeno. Una conversión mayor del polímero evita que este se degrade, ayudando a prevenir la pérdida de la estructura contribuyendo a una mayor longevidad, menor

pérdida de color y menor toxicidad hacia la pulpa.<sup>4</sup>

A continuación, la Figura 2 muestra el número de artículos que evidencian mejoras ante el uso del grafeno en las resinas.

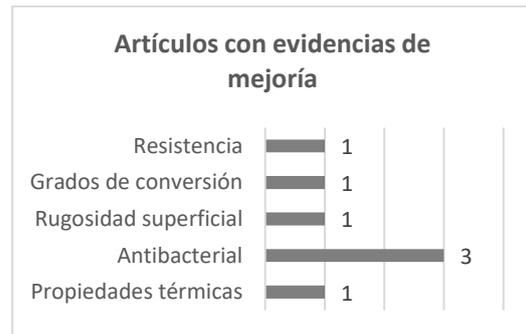


Figura 2. Artículos con evidencias de mejoría ante uso del grafeno en resinas

### Adhesivos

El grafeno también afectó de forma muy positiva al grado de conversión del adhesivo dental, el cual fue del doble. En este caso se pudo apreciar que en el adhesivo con grafeno tuvo un 52% de material fotocurado en un lapso de 300 segundos, mientras que la muestra de control solo mostró un 26% al final de la prueba. Se cree que las mejoras se deben a dos factores. El primero serían las nano hojas del grafeno que aumentarían la fluorescencia

en gran medida. Y en segundo lugar, estaría la mayor viscosidad, la cual mejora las propiedades de fotopolimerización.<sup>7</sup> Las propiedades antimicrobianas otorgadas por el grafeno también fueron observadas en los adhesivos. La estructura de grafeno bidimensional funciona como nano cuchillas, las cuales dañaron la membrana bacteriana evitando el crecimiento del *S mutans*.<sup>8</sup>

Por otro lado también se encontraron factores que mejoraron la adhesión, el primero de ellos es la resistencia a la compresión, la cual fue muy superior a la de los adhesivos convencionales, sus valores fueron 219 y 150 MPa respectivamente.<sup>7</sup> En cuanto al otro factor, se pudo apreciar un aumento en la hidrofiliidad del adhesivo gracias a los grupos carbonilos e hidroxilos que formó el grafeno; y gracias al mayor ángulo de contacto se vieron mejoradas sus propiedades adhesivas.<sup>7</sup>

### **Ionomero de vidrio**

Las propiedades mecánicas del ionomero de vidrio se vieron favorecidas en gran medida por la adhesión del grafeno. En las pruebas de resistencia a la fractura y resistencia a la compresión se pudo apreciar un aumento del 22% de resistencia para ambas pruebas, lo cual es un aumento considerable de su fuerza. Esto fue posible con tan solo la incorporación de 0.5% de grafeno a la muestra.<sup>9</sup> Otro estudio muestra propiedades muy prometedoras del grafeno en el ionomero de vidrio. En este, los investigadores determinaron que la liberación de flúor está vinculada a su rugosidad. Normalmente el 90% del flúor es liberado en un corto plazo y el 10% restante se separa de este a través de la porosidad de su superficie, la cual contribuye a la degradación del material dando como resultado la liberación de las últimas concentraciones de flúor. Entonces los investigadores pudieron observar que al agregar grafeno, la rugosidad y las

grietas superficiales disminuyeron y como resultado se observó un aumento de la liberación de flúor a largo plazo.<sup>10</sup>

### **PMMA**

Por último, en el caso de los PMMA, se obtuvieron beneficios en las propiedades antimicrobianas y mecánicas. En cuanto a las propiedades antibacterianas, se pudo determinar que las muestras de PMMA que incluían grafeno tendían a resistir de manera muy eficaz la adherencia de la candida albicans, a tal medida que a los 28 días tan solo se adhirió un 10%, mientras que en las muestras sin grafeno se observó un recubrimiento completo en el mismo periodo de tiempo. Los estudios muestran que esta capacidad antiadherente está relacionada con el menor ángulo de contacto que otorga el grafeno.<sup>2</sup> De la misma manera, un caso clínico reflejó estas excelentes propiedades antimicrobianas. En este, la prótesis del paciente fue

confeccionada con PMMA reforzada con grafeno la cual tuvo que ser retirada debido a una fractura de la misma, debido a que le lastimaba la lengua. Al momento de retirarla, se pudo observar que toda la zona de la mucosa se encontraba en perfecto estado, exceptuando a la mucosa que estaba en contacto con un rebase hecho con PMMA convencional.<sup>11</sup>

Entre los resultados se encontraron 2 valores que mejoraron las propiedades mecánicas considerablemente. La primera es la resistencia a la compresión. En uno de los estudios realizados, se pudo apreciar que el PMMA con 1% de grafeno y oro tuvo valores similares al PMMA convencional, pero en cuanto se subieron las concentraciones al 2% la resistencia aumento considerablemente, soportando valores de  $64,3 \pm 4.3$  MPa por encima del resto de muestras.<sup>12</sup>

La segunda propiedad mecánica que se vio

beneficiada fue la de la resistencia a la flexión, el cual puso a prueba 10 barras de PMMA convencional y 10 barras de PMMA reforzado con grafeno. En esta prueba se sometieron a una presión perpendicular hasta fracturarse. Con esto se pudo determinar que el grupo de PMMA con grafeno era el más resistente, pudiendo soportar  $16,71 \pm 2,93$  MPa más que el grupo de barras convencionales. De la misma manera se comprobó que al agregar grafeno al PMMA se consigue aumentar la resistencia a la flexión de  $18,1 \pm 4,2$  a  $81,3 \pm 18,3$  MPa.<sup>3,</sup>

12

Como se puede observar en la Figura 3 el beneficio mayormente encontrado en la literatura sobre el uso del grafeno en PMMA es el incremento de la resistencia a la flexión, seguido por mejores propiedades antibacteriales.

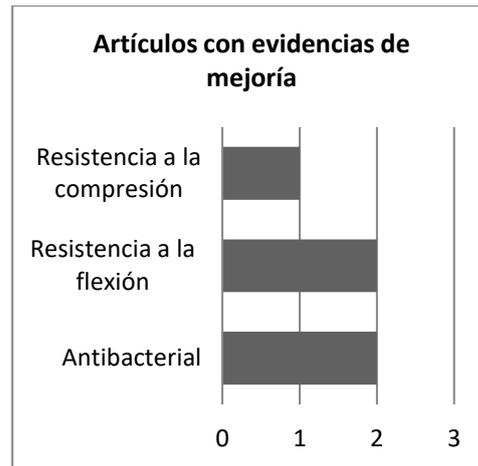


Figura 3. Artículos con evidencias de mejoría ante uso del grafeno en PMMA

### Cerámicas

No se encontraron artículos para este campo.

### Discusión

La literatura sobre aplicaciones odontológicas del grafeno a día de hoy sigue siendo muy escasa, sin embargo, y a pesar de todo esto, las características beneficiosas observadas otorgadas por el grafeno a los distintos compuestos se repiten en gran parte de los estudios analizados en este trabajo de investigación. Las propiedades más presentes son las antimicrobianas, las mecánicas y el grado de conversión.<sup>13</sup>

De acuerdo a Ziyu et al, las propiedades antimicrobianas de los compuestos con grafeno se explican con las siguientes hipótesis. El primero, es el daño físico inducido por el grafeno al ser su estructura similar a unas nano cuchillas que perforan la membrana celular de las bacterias y por consiguiente destruyen su membrana celular evitando su crecimiento.<sup>14</sup> Los resultados observados por Bregnocchi et al concuerdan con lo que vio reflejado en su estudio sobre el grafeno aplicado a los adhesivos dentales, en el cual determinó que las propiedades antimicrobianas se debían al mismo factor mencionado por Ziyu et al.<sup>15</sup> Por otra parte, Zanni et al también notificó sobre las propiedades físicas de las nano estructuras para destruir a las bacterias. Pero en lugar de ser el grafeno como nano cuchillas se lo utilizaba como sustrato para fomentar el crecimiento de nano agujas de óxido de zinc cuando se combinaba con este.<sup>5</sup>

Por último, como segunda y tercera hipótesis propuesta por Ziyu et al, la muerte bacteriana se debería a un bloqueo en la cadena de transferencia de electrones, aunque por distintas razones en cada una de las hipótesis. A pesar de que fueron estudiadas por Ziyu et al ningún artículo en este estudio reflejó como resultado de la actividad antimicrobiana estas 2 teorías.<sup>14</sup>

De acuerdo con los artículos revisados, se pudo observar que a todos los materiales a los que se les agregaba grafeno obtenían propiedades mecánicas mejoradas, sin embargo algunos investigadores como Bacali et al reflejaron en sus estudios que el tono del material se había oscurecido una vez integrado el nanocompuesto, lo cual resulta contraproducente para los materiales restauradores.<sup>12</sup> A pesar de esto, un estudio realizado por Zanni et al, mostro que al agregar otro componente como el óxido de zinc, este podría aclarar el material y conservar

las propiedades originales del grafeno.<sup>5</sup>

En lo que concierne al grado de conversión Sarosi et al, consideran que la mayor conductividad térmica sería el factor principal de la mejora en este campo.<sup>4</sup> Mientras que por su parte Khan et al sugirieron otros motivos para la mejora de la conversión de polimerización; que son la estructura de las nano hojas de grafeno que producen picos de fotoluminiscencia; y una mayor viscosidad del material debido a la presencia del grafeno.<sup>7</sup>

### **Conclusión**

En conclusión, los materiales restauradores vieron mejoradas sus propiedades tanto mecánicas como antimicrobianas, y en el caso de las resinas y adhesivos también hubo una gran mejoría de sus propiedades de conversión por foto polimerización. De esta manera se puede afirmar con certeza que el grafeno es eficaz en la aplicación de materiales restauradores en la

odontología. De todas maneras, este material debe ser estudiado más a fondo para poder obtener de él mejores resultados, puesto que se pudo observar que a distintas concentraciones y al ser combinado con cierto tipo de materiales se pueden obtener distintos resultados; al ser este un material de nueva generación, aún deben existir propiedades que no hayan sido descubiertas.

## Referencias

1. Urcuyo Solórzano R, Cordero Solano KV, Gonzalez Flores DA. Perspectivas y aplicaciones reales del grafeno después de 16 años de su descubrimiento. Rev Colomb Quim. 25 de marzo de 2021;50(1):51-85.
2. Lee J-H, Jo J-K, Kim D-A, Patel KD, Kim H-W, Lee H-H. Nano-graphene oxide incorporated into PMMA resin to prevent microbial adhesion. Dental Materials. abril de 2018;34(4):e63-72.
3. Carlo SD, Angelis FD, Brauner E, Pranno N, Tassi G, Senatore M, et al. Flexural strength and elastic modulus evaluation of structures made by conventional PMMA and PMMA reinforced with graphene. :8.
4. Sarosi C, Biris AR, Antoniac A, Boboia S, Alb C, Antoniac I, et al. The nanofiller effect on properties of experimental graphene dental nanocomposites. j adhes sci technol. 17 de agosto de 2016;30(16):1779-94.
5. Zanni E, Chandraiahgari C, De Bellis G, Montereali M, Armiento G, Ballirano P, et al. Zinc Oxide Nanorods-Decorated Graphene Nanoplatelets: A Promising Antimicrobial Agent against the Cariogenic Bacterium Streptococcus mutans. Nanomaterials. 29 de septiembre de 2016;6(10):179.
6. Sava S, Moldovan M, Sarosi C, Mesaros A, Ducea D, Alb C. Effects of Graphene Addition on the Mechanical Properties of Composites for Dental Restoration. MATERIALE PLASTICE. 2015;(1):3.
7. Khan AA, Al-Khureif AA, Saadaldin SA, Mohamed BA, Musaibah ASO, Divakar DD, et al. Graphene oxide-based experimental silane primers enhance shear bond strength between resin composite and zirconia. Eur J Oral Sci. diciembre de 2019;127(6):570-6.
8. Bregnocchi A, Zanni E, Uccelletti D, Marra F, Cavallini D, De Angelis F, et al. Graphene-based dental adhesive with anti-biofilm activity. J Nanobiotechnol. diciembre de 2017;15(1):89.
9. Malik S, Ruddock FM, Dowling AH, Byrne K, Schmitt W, Khalakhan I, et al. Graphene composites with dental and biomedical applicability. Beilstein J Nanotechnol. 5 de marzo de 2018;9:801-8.

10. Sun L, Yan Z, Duan Y, Zhang J, Liu B. Improvement of the mechanical, tribological and antibacterial properties of glass ionomer cements by fluorinated graphene. *Dental Materials*. junio de 2018;34(6):e115-27.
11. Rodríguez AN, Curto MH, Sario F, Sánchez JD, Panaino I, Garrofe A. EL GRAFENO EN LA REHABILITACIÓN BUCAL Y SU COMPORTAMIENTO BIOLÓGICO. CASO CLÍNICO. :5.
12. Bacali C, Badea M, Moldovan M, Sarosi C, Nastase V, Baldea I, et al. The Influence of Graphene in Improvement of Physico-Mechanical Properties in PMMA Denture Base Resins. *Materials*. 23 de julio de 2019;12(14):2335.
13. Nizami MZI, Takashiba S, Nishina Y. Graphene oxide: A new direction in dentistry. *Applied Materials Today*. junio de 2020;19:100576.
14. Ge Z, Yang L, Xiao F, Wu Y, Yu T, Chen J, et al. Graphene Family Nanomaterials: Properties and Potential Applications in Dentistry. *International Journal of Biomaterials*. 9 de diciembre de 2018;2018:1-12.
15. Bregnocchi A, Zanni E, Uccelletti D, Marra F, Cavallini D, De Angelis F, et al. Graphene-based dental adhesive with anti-biofilm activity. *J Nanobiotechnol*. diciembre de 2017;15(1):89.



Presidencia  
de la República  
del Ecuador



Plan Nacional  
de Ciencia, Tecnología,  
Innovación y Saberes



SENESCYT  
Secretaría Nacional de Educación Superior,  
Ciencia, Tecnología e Innovación

## DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Felipe Montesinos Mejía**, con C.C: # **0919081885** autor/a del trabajo de titulación: **Eficacia del uso del grafeno como nuevo material en odontología restauradora**, previo a la obtención del título de **odontólogo** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 22 de febrero del año 2022

f. \_\_\_\_\_

Nombre: **Felipe Montesinos Mejía**

C.C: **0919081885**



Presidencia  
de la República  
del Ecuador



Plan Nacional  
de Ciencia, Tecnología,  
Innovación y Saberes



SENESCYT  
Secretaría Nacional de Educación Superior,  
Ciencia, Tecnología e Innovación

**REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA**  
**FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN**

<b>TEMA Y SUBTEMA:</b>	Eficacia del uso del grafeno como nuevo material en odontología restauradora		
<b>AUTOR(ES)</b>	Felipe Montesinos Mejía		
<b>REVISOR(ES)/TUTOR(ES)</b>	Norka Marcela Altamirano Vergara		
<b>INSTITUCIÓN:</b>	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
<b>FACULTAD:</b>	Ciencias médicas.		
<b>CARRERA:</b>	Odontología		
<b>TÍTULO OBTENIDO:</b>	Odontólogo		
<b>FECHA DE PUBLICACIÓN:</b>	22 de febrero del 2022	<b>No. DE PÁGINAS:</b>	11
<b>ÁREAS TEMÁTICAS:</b>	Restauradora		
<b>PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:</b>	Grafeno, resinas, adhesivos, PMMA, ionomero de vidrio, cerámicas.		
<b>RESUMEN/ABSTRACT:</b>	<p><b>Introducción:</b> El grafeno es un nano material muy novedoso descubierto hace poco más de 17 años. Este nuevo material mostro ser muy versátil en cuanto a sus aplicaciones, por lo cual desde su descubrimiento muchos investigadores lo han utilizado en diversas áreas; pero más recientemente en el área de la odontología, concretamente en las áreas de implantología y de materiales restauradores. Es por esto que con la presente investigación se busca identificar cuáles sus beneficios en el área de la odontología restauradora. <b>Objetivo:</b> con la presente investigación se busca identificar cuáles son sus beneficios en el área de la odontología restauradora en los materiales como las resinas, adhesivos, PMMA, cerámicas y los ionomeros. <b>Materiales y métodos:</b> el presente trabajo de investigación es una revisión sistemática que lleva por enfoque un análisis cualitativo retrospectivo transversal no experimental de diseño descriptivo. Se recopilaron 31 artículos y fueron utilizados 15 y los 16 restantes se descartaron por no cumplir con los criterios de inclusión. <b>Resultados:</b> la mayor parte de los artículos analizados mostraron mejorías mecánicas como resistencia a la compresión y modulo elástico. Por otra parte algunos materiales vieron reducido su ángulo de contacto de superficie lo cual otorgo propiedades antiadherentes evitando el crecimiento bacteriano. <b>Conclusión:</b> en conclusión, los materiales evaluados mostraron tener beneficios en sus propiedades mecánicas, antibacterianas y en el caso de los adhesivos su grado de polimerización; exceptuando a las cerámicas, de las cuales no se obtuvo información al respecto.</p>		
<b>ADJUNTO PDF:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
<b>CONTACTO CON AUTOR/ES:</b>	<b>Teléfono:</b> 0991939270	<b>E-mail:</b> felipemontesinos93@gmail.com	
<b>CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE)::</b>	<b>Nombre:</b> Ocampo Poma Estefanía Del Roció		
	<b>Teléfono:</b> 093996457081		
	<b>E-mail:</b> estefania.ocampo@cu.ucsg.edu.ec		
<b>SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA</b>			
<b>Nº. DE REGISTRO (en base a datos):</b>			
<b>Nº. DE CLASIFICACIÓN:</b>			
<b>DIRECCIÓN URL (tesis en la web):</b>			