

INTRODUCCIÓN
DE LA
TECNOLOGÍA
DE LAS RESINAS
COMPUESTAS
EN LA
ODONTOLOGÍA
CONSERVADORA



Autora: Elena Orquín González

ÍNDICE

A. INTRODUCCIÓN	2
B. MARCO TEÓRICO	2
B.1. Propiedades y composición de las resinas compuestas actuales....	3
B.2. Evolución de los composites.....	6
B.2.1.Evolución de la fase orgánica de los composites.....	7
B.2.2. Evolución de la fase inorgánica de los composites.....	7
B.2.2.1. Aplicaciones de la nanotecnología de los composites.....	8
C. CONCLUSIONES	9
D. BIBLIOGRAFÍA	9

A. INTRODUCCIÓN

La aportación de la nueva tecnología de las resinas compuestas en la Odontología Conservadora, ha sido uno de los mayores avances de la Odontología en los últimos treinta años. Las ventajas de las restauraciones adheridas a la estructura dental, en las cuales se utilizan las resinas compuestas, comprenden una conservación del tejido dental sano (técnica menos invasiva), reducción de las microfiltraciones y un refuerzo de la estructura dental. Más allá de sus ventajas, las resinas compuestas también presentan algunos inconvenientes, sobre todo por la contracción en la polimerización y el estrés que esta produce entre el diente y la restauración.

Hoy en día, gracias a las mejoras en las formulaciones, la aparición de nuevas técnicas de colocación y la perfección de sus propiedades tanto físicas como mecánicas, han hecho que las resinas compuestas sean actualmente un material más preciso, confiable, versátil y predecible.

La demanda de Odontología Conservadora y Estética ha incrementado considerablemente en la última década. En la actualidad, la estética es un factor bastante importante, por ello son indispensables las sonrisas perfectas y está demostrado que influyen en la autoestima y en el bienestar psicosocial de los pacientes.

El objetivo principal de este trabajo de investigación, fue analizar la evolución de las resinas compuestas hasta la actualidad, para conocer en más amplitud este material de restauración y sus recientes novedades, ya que en la actualidad han tomado un protagonismo indudable entre los materiales de obturación y ha habido bastantes cambios en su manipulación, lo que obliga a los profesionales del sector a una continua actualización. Para ello, se valoraron los siguientes aspectos: en qué consiste la Odontología Conservadora y Restauradora; propiedades, composición y distintos tipos de los composites, destacando la nanotecnología.

B. MARCO TEÓRICO

Las **resinas compuestas** también llamadas **composites**, son materiales que forman parte del campo de la Odontología Restauradora y Conservadora, cuyo principal objetivo es devolver la anatomía y funcionalidad de aquellas piezas dentarias donde existe una pérdida de sustancia y/o un debilitamiento de los tejidos, ya sea consecuencia de traumatismos, malformaciones o la presencia de caries dental (1).



(2)

B.1. Propiedades y composición de las resinas compuestas actuales

PROPIEDADES DE LAS RESINAS COMPUESTAS

1. Resistencia al desgaste.

Esta propiedad depende del tamaño, la forma y el contenido de las partículas de relleno así como también de la localización de la restauración en la arcada dental y los contactos oclusales. Cuanto mayor sea el porcentaje de relleno, menor el tamaño y mayor la dureza de sus partículas, la resina compuesta tendrá menor abrasividad (3). Una baja resistencia al desgaste no tiene efecto perjudicial inmediato, pero lleva a la pérdida progresiva de la forma anatómica de las restauraciones, disminuyendo su longevidad (4).

2. Textura superficial.

En las resinas compuestas la lisura superficial está relacionada en primer lugar con el tipo, tamaño y cantidad de las partículas de relleno, y en segundo lugar con una técnica correcta de acabado y pulido. Un composite rugoso favorece la acumulación de placa bacteriana y puede ser un irritante sobre todo en zonas próximas a los tejidos gingivales (3). En la fase de pulido de las restauraciones se consigue una mejor textura superficial, evitando la adhesión de placa bacteriana y prolongando la duración de estas en la boca. Las resinas compuestas de nanorelleno proporcionan un alto brillo superficial (4).

3. Coeficiente de expansión térmica.

Es el cambio de longitud del material cuando la temperatura aumenta o disminuye en un grado Celsius (1).

“Cuanto más se aproxime el coeficiente de expansión térmica de la resina al coeficiente de expansión térmica de los tejidos dentarios, habrá menos probabilidades de formación de brechas marginales entre el diente y la restauración, al cambiar la temperatura. Un bajo coeficiente de expansión térmica está asociado a una mejor adaptación marginal” (3, p.5). Las resinas compuestas tienen un coeficiente de expansión térmica unas tres veces mayor que la estructura dental, esto permite que las restauraciones puedan estar sometidas a temperaturas que van desde los 0º C hasta los 60º C.

4. Sorción acuosa (adsorción y absorción) y expansión higroscópica.

Está relacionada con la cantidad de agua adsorbida por la superficie y absorbida por la masa de una resina compuesta en un tiempo, y la expansión relacionada a esa sorción (3).

La incorporación de agua en el composite, puede causar solubilidad de la matriz afectando negativamente las propiedades de la resina compuesta, este fenómeno se conoce como degradación hidrolítica. Debido a que la sorción es una propiedad de la fase orgánica, a mayor porcentaje de relleno, menor será la sorción de agua (3). Los composites híbridos proporcionan baja sorción acuosa (4).

5. Resistencia a la fractura.

Las resinas compuestas presentan diferentes resistencias a la fractura y esto depende de la cantidad de relleno que tengan. Los composites de alta viscosidad tienen alta resistencia a la fractura, debido a que absorben y distribuyen mejor el impacto de las fuerzas masticatorias (3).

6. Resistencia a la compresión y tracción.

Están relacionadas con el tamaño y el porcentaje de las partículas de relleno y además son directamente proporcionales al grado de polimerización: a mayor tamaño y porcentaje de las partículas de relleno, mayor resistencia a la compresión y tracción; y a mayor grado de polimerización, mayor resistencia a la compresión y tracción (3). Otorgan mayor resistencia partículas en forma de fibras o placas que partículas con forma esférica (1).

7. Módulo de elasticidad.

Un material con un módulo de elasticidad elevado será más rígido que, en cambio, un material que tenga un módulo de elasticidad más bajo (es más flexible). En los composites esta propiedad igualmente se relaciona con el tamaño y porcentaje de las partículas de relleno (3).

8. Estabilidad del color.

Las resinas compuestas sufren alteraciones de color por manchas superficiales y decoloración interna. Las manchas superficiales están relacionadas con colorantes provenientes principalmente de alimentos y cigarrillos que pigmentan el composite. Es importante destacar que las resinas compuestas fotopolimerizables son mucho más estables al cambio de color que aquellas químicamente activadas (4).

9. Radiopacidad.

Un requisito de los materiales de restauración de resina compuesta es la incorporación de elementos radiopacos como el bario, estroncio, zirconio, zinc, iterbio, itrio y lantano; los cuales permiten interpretar con mayor facilidad a través de radiografías la presencia de caries recidivantes o defectos en las obturaciones (3).

10. Contracción de polimerización.

Esta propiedad es el mayor inconveniente de estos materiales de restauración. Las moléculas de la matriz de un composite (monómeros) se encuentran separadas antes de la polimerización por una distancia promedio de 4 nm (distancia de unión secundaria), al polimerizar y establecer uniones covalentes entre sí esa distancia se reduce a 1.5 nm (distancia de unión covalente). Ese acercamiento provoca la reducción volumétrica del material (3).

“Existe una regla general que nos facilita la comprensión y aplicación clínica de este problema: cuanto menor sea la viscosidad del material, mayor será la contracción” (3, p.6).

Con la finalidad de minimizar los efectos de la contracción, se ha sugerido que la aplicación de los composites en la cavidad se lleve a cabo en pequeños incrementos con un espesor máximo de 2 mm (5).

11. Stress de polimerización.

Este fenómeno tiene relación directa con la propiedad anterior, la contracción de polimerización (3).

La causa principal del fracaso de las restauraciones con composite es la caries secundaria y esta está relacionada con la contracción que sufre el composite durante el proceso de fotopolimerización. La tensión generada durante el proceso de polimerización afecta la zona de interfase diente y el material restaurador, siendo capaz de provocar fallos en la unión (microcraks) (4).

El desarrollo de los nuevos sistemas de adhesivos dentales, ha disminuido la aparición microcracks en la zona de interfase, gracias a las modificaciones en las fórmulas químicas de los composites (4).

COMPOSICIÓN DE LAS RESINAS COMPUESTAS

Básicamente, las resinas compuestas están formadas por tres materiales químicamente diferentes (6):

1. La matriz orgánica o **fase orgánica**.
 2. La **fase inorgánica**, material de relleno o fase dispersa.
 3. Una **fase de acoplamiento** o agente de unión entre la fase orgánica y el relleno, conocido como silano.
-
- 1) La matriz orgánica de las resinas compuestas, que es la que determina el endurecimiento del material y es la responsable de la polimerización. La estabilidad del color y la tendencia al reblandecimiento de los composites dependen también de esta. Otras propiedades como la contracción a la polimerización y la absorción de agua, dependen tanto del relleno como de la matriz (6).
 - 2) Por otro lado, la fase dispersa de las resinas compuestas está formada por un material de relleno inorgánico. Existe una gran variedad de partículas de relleno empleadas en función de su composición química, morfología y dimensiones. Los modernos sistemas de composite tienen rellenos como cuarzo, sílice coloidal y vidrio de sílice con contenido de bario, estroncio y circonio. Los rellenos inorgánicos aumentan la fuerza y el módulo de elasticidad; y reducen la contracción de polimerización, el coeficiente de expansión térmica y la absorción de agua. Además de transmitir y dispersar la luz, proporcionando al material un aspecto más translúcido. El **cambio sustancial de los componentes de relleno continúa siendo el avance más importante en la evolución de las resinas compuestas**, porque el tamaño, distribución y cantidad de la partícula de relleno incorporada influye de manera importante en las propiedades mecánicas y en el éxito clínico de las resinas compuestas. En general, las propiedades mecánicas y físicas de los composites mejoran en relación a la cantidad de relleno agregado (6).
 - 3) Para finalizar, el agente de unión permite una fuerte unión covalente entre los rellenos inorgánicos y la matriz orgánica. Esto se consigue mediante el bañado de los rellenos con el agente de unión, el silano (6).

Claramente, las propiedades y el comportamiento de las resinas compuestas, dependen de los tres componentes básicos del material. Las propiedades mecánicas están muy influenciadas por el relleno y el agente de unión, pero también la matriz orgánica tiene un papel importante en la fuerza, rigidez y resistencia a la abrasión. Por otro lado, cabe destacar que los composites son materiales muy sensibles a la técnica, por lo que la necesidad de controlar tales aspectos como, una correcta indicación, aislamiento absoluto, la selección de la resina compuesta adecuada a cada situación clínica, el uso de un buen procedimiento de adhesión a los tejidos dentales y una correcta polimerización, van a ser esenciales para obtener resultados clínicos satisfactorios (6).

B.2. Evolución de los composites

Dada la capacidad de las resinas compuestas de imitar el color de los dientes naturales, representan el material más estético. Si bien, inicialmente se indicaban únicamente para restauración estética del sector anterior, gracias a los avances de los materiales, su resistencia ha ido aumentando para su uso en sectores posteriores (4).

Para el sector posterior, la amalgama de plata ha sido por años la primera elección en restauraciones, dejando a su vez un grupo muy reducido de indicaciones tanto a las resinas compuestas como a las incrustaciones metálicas. Las razones de su gran aceptación fueron muchas, ya que comparadas con otros materiales de restauración presentaban un fácil manejo, bajo coste, gran duración clínica y una cierta flexibilidad a las variaciones en su manipulación (1).

A pesar de lo dicho anteriormente, su uso en los últimos años se ha ido limitando debido principalmente a la demanda de restauraciones estéticas por parte de los pacientes. Otro aspecto que ha jugado en contra del uso de la amalgama de plata, es la posible contaminación del paciente y del profesional a causa del mercurio presente en su composición (1).

Ha sido así como se ha ido reemplazando el uso de la amalgama por el uso de composites para la rehabilitación de piezas dentales dañadas, tanto en cavidades del sector anterior como en premolares y molares del sector posterior (1). Esto ha sido posible gracias a que los composites han conseguido igualar las propiedades de resistencia de la amalgama.

Debido a sus cualidades estéticas y a su cómoda manipulación directa sobre las preparaciones cavitarias, **las resinas compuestas son en la actualidad uno de los materiales dentales de mayor uso y desarrollo en el ámbito odontológico a escala mundial**. Además, aunque al principio presentó varios problemas y fue un punto débil de este material por su inicial mala adherencia y filtraciones, estos materiales poseen la ventaja de adherirse a los tejidos dentarios mediante un sistema adhesivo, el cual ahora permite realizar preparaciones cavitarias más conservadoras sin problemas y sin la necesidad de utilizar elementos retentivos, liderando así los avances hacia la odontología mínimamente invasiva. Consecuentemente, esto resulta en una menor pérdida de tejido sano porque la preparación se limita únicamente a la remoción de tejido dañado, es decir, gracias a la evolución de estos adhesivos se ha conseguido que los composites funcionen hoy en día tan bien (1). Por lo que, se aconseja sustituir las restauraciones de amalgama por otras nuevas de composite, ya que no es recomendable que tengamos obturaciones de amalgama en la cavidad oral (7).

Los composites empezaron a utilizarse en Odontología a partir de la patente de Kulzer en 1942; primero en Alemania, a mediados de los años 40; y posteriormente en Estados Unidos, en 1950. Desde entonces, su aplicación ha estado dirigida, mayoritariamente, a la sustitución y reparación de tejidos dentales, y por otro lado, a la confección de prótesis dentales (8).

Las primeras formulaciones de resinas compuestas, basadas en silicatos, presentaban serios inconvenientes de durabilidad y funcionalidad, debido a que presentaban deficiencias en sus propiedades físicas y mecánicas. Por ejemplo, inicialmente estos composites presentaban un alto coeficiente de expansión térmica, alto porcentaje de contracción, baja resistencia al desgaste, pobre estabilidad del color, entre otras cosas (8). Con el paso del tiempo, estos materiales evolucionaron mediante cambios en su composición con respecto a su fase orgánica e inorgánica, al mismo tiempo que evolucionaron los sistemas adhesivos.

B.2.1. Evolución de la fase orgánica de los composites

Respecto a la evolución de la fase orgánica de los composites, empieza en la era de las resinas modernas en 1962, cuando el Dr. Ray L. Bowen desarrolló un nuevo tipo de resina compuesta. Esta se basaba en el uso de un monómero distinto al metacrilato de metilo, de mayor peso molecular y por lo tanto más estable, presente en las resinas acrílicas, que denominó **BIS-GMA** (Bisfenol-A-Glicidil Metacrilato), al cual le agregó un refuerzo de cuarzo que hacía disminuir la cantidad de monómero por unidad de volumen. Esto modificó de forma positiva la resistencia mecánica del material, además de reducir el coeficiente de expansión térmica y la contracción de polimerización. Es así como las resinas compuestas se clasifican como un material plástico de obturación directa y se definen como materiales sintéticos compuestos por una combinación tridimensional de dos materiales diferentes e incompatibles entre sí, unidos por un agente de acoplamiento (1).

En vista de la alta viscosidad del BIS-GMA, se hizo necesaria su mezcla con otros monómeros, como el EGDMA (Metacrilato de Etilenglicol) y TEGDMA (Metacrilato de Trietilenglicol) para así disminuirla y obtener una masa de consistencia adecuada para ser usada clínicamente. Si bien lo anterior era un proceso beneficioso que facilitaba la manipulación del material, esta nueva mezcla debía ser hecha de forma cuidadosa para no aumentar la contracción de polimerización, ya que EGDMA y TEGDMA son monómeros de menor peso molecular, en comparación con el BIS-GMA (1).

B.2.2. Evolución de la fase inorgánica de los composites

Por otro lado, si pasamos a hablar de la evolución de la fase inorgánica, los primeros composites presentes en el mercado fueron denominados de **macrorelleno** por el tamaño de las partículas de cuarzo presentes en su estructura (10 a 100 micrones), que habitualmente constituían el 50% en volumen del total de la masa de resina, obteniéndose una pasta de gran rigidez. La ventaja de utilizar partículas de cuarzo como relleno, era por sus excelentes propiedades ópticas; sin embargo, su alta dureza y radiolucidez jugaban en su contra; por ejemplo: el tamaño y la dureza de las partículas de relleno, resultaban en la obtención de una restauración con una superficie pobremente pulida y desgaste en el diente antagonista. Además, la rugosidad que presentaban influenciaba en el poco brillo superficial, presentando mayor susceptibilidad a la pigmentación (1).

Este hecho determinó el desarrollo de nuevos tipos de composites, los cuales presentaban una fase de relleno muy diferente. Gracias al reemplazo de los cristales de cuarzo por vidrio y a la utilización de partículas más pequeñas (0.01 a 0.04 micrones), se pudo contar con un nuevo tipo de material, la resina compuesta de **microrelleno**. Lamentablemente, su alta estética y terminación superficial contrastaban con sus propiedades físicas y mecánicas (mayor porcentaje de sorción acuosa, alto coeficiente de expansión térmica y menor módulo de elasticidad), siendo inferiores en comparación a las de macrorelleno, su predecesora. La causa de esta situación fue su bajo porcentaje de relleno, siendo este solo casi un 40% del volumen total del material. Como una forma de superar las deficiencias de las propiedades mecánicas, se decidió adicionar al material partículas de resina compuesta ya polimerizadas (1 a 20 micrones) disminuyendo de esta manera la cantidad de monómero a polimerizar por unidad de volumen. Esta variación recibió el nombre de composite de **microrelleno heterogéneo** para poder diferenciarlo de aquel sin modificaciones, que pasó a llamarse **homogéneo** (1).

Como una alternativa a las resinas compuestas de macrorelleno y microrelleno, surgieron los composites **híbridos**, en los cuales se combinaron las características de resistencia de los macrorelleno y las ventajas de pulido de los microrelleno. Para obtener tales cualidades, fue necesaria la incorporación de dos tipos de partículas a la fase

inorgánica: las de microrelleno, con un tamaño aproximado de 0.04 micrones; y las de macrorelleno mejoradas, con un tamaño de 1 a 10 micrones (1).

Con la finalidad de mejorar aún más las propiedades estéticas de los composites, manteniendo las propiedades mecánicas, surgen las resinas compuestas **microhíbridas**. Estos composites están constituidos por partículas de relleno que oscilan entre los 0.004 y 2.3 micrones, con tamaño promedio de partículas de 0.4 y 0.8 micrones. Estos presentan muy buenas propiedades estéticas, alta capacidad de pulido y buena resistencia a la abrasión (1).

A día de hoy, se han obtenido resinas compuestas con partículas de relleno aún más pequeñas todavía, gracias a procedimientos que permiten agregarlas en un alto porcentaje. Así, se desarrolló un sistema de resinas compuestas con partículas de relleno que van de 0.002 a 0.0075 micrones, y que presentan una buena resistencia al desgaste (equivalente a las resinas híbridas) debido al tipo de relleno de estroncio vidrioso que poseen. Este relleno nanométrico, permite un pulido de larga duración preservando las propiedades de resistencia mecánicas. El uso de la nanotecnología en las resinas compuestas ofrece una alta translucidez. A este nuevo sistema de resinas compuestas se les denominó composites de **nanorelleno** (1). Las resinas compuestas que más se utilizan en la actualidad son las más recientes, es decir, las microhíbridas y las de nanorelleno.

Tabla 1 Evolución de los composites Nota: Tabla de elaboración propia

EVOLUCIÓN COMPOSITES	
1a Generación	Macrorelleno
2a Generación	Microrelleno (heterogéneo o homogéneo)
3a Generación	Híbridos
4a Generación	Microhíbridos
5a Generación	Nanorelleno

B.2.2.1. Aplicaciones de la nanotecnología de los composites

Una de las áreas de investigación recientes que trata sobre la nanotecnología, es la restauración dental mediante nanocomponentes. Las nanopartículas están adquiriendo mucha importancia en las obturaciones, al lograr materiales con propiedades antidesgaste, antibacterianas y antifúngicas (9).

Fue a finales del año 1990, cuando la química Sumita Mitra de la compañía 3M empezó a aplicar la nanotecnología a la Odontología para mejorar las obturaciones dentales. Hoy esta tecnología está presente en las clínicas dentales y en casi todas las bocas, sus obturaciones son uno de esos inventos transformadores de todo cuanto había (10).

Hasta el día de hoy, en Odontología se han desarrollado 151 aplicaciones con nanotecnología, esto demuestra el alto grado de desarrollo de la investigación en este campo. Algunas resinas compuestas empleadas en la actualidad, han sido desarrolladas mediante nanotecnología incorporando ya nanopartículas de cerámica o de cristales ricos en sílice (11).

El Dr. Sauro (11), opina que “Estos materiales imitan mejor las características estéticas de los dientes, siendo además más fuertes, duros y resistentes”.

A pesar de los rápidos avances en estos nuevos nanomateriales odontológicos, aún es necesario valorar su efecto en la cavidad oral, mediante más estudios que tengan en cuenta factores como el pH, la capacidad defensiva de la saliva o el contacto de este con las mucosas (11). El Dr. Sauro (11), apunta que “Muchos de los estudios realizados sobre la toxicidad de estos materiales solo se han hecho in vitro. Son necesarios más estudios clínicos y más a largo plazo para evaluar sus efectos”.

C. CONCLUSIONES

El composite se ha convertido en un material muy importante y uno de los que más se usan para realizar restauraciones dentales en el campo de la Odontología, debido a su fácil manipulación y brillante estética.

El cambio sustancial de los componentes de relleno y los avances de los adhesivos dentales, ha sido esencial para la evolución y el éxito clínico de las resinas compuestas, sin olvidar que es muy importante que se realice una buena técnica.

Los composites que más se utilizan en la actualidad son los más recientes, es decir, los microhíbridos y los de nanorelleno.

Las nanopartículas están adquiriendo mucha importancia en las obturaciones, al lograr materiales con propiedades antidesgaste, antibacterianas y antifúngicas.

D. BIBLIOGRAFÍA

- (1) Gutiérrez F. Estudio comparativo in vitro de la microfiltración marginal de una resina compuestas polimerizada con lámpara halógena convencional, versus lámpara LED [Internet]. Santiago, Chile: Universidad de Chile - Facultad de Odontología; 2009 [citado: 2019, octubre]. Disponible en: <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/134901>
- (2) <https://axiomaestudidental.com/en-que-consiste-una-obturacion-dental/>
- (3) Blanco Alonso, J. Rehabilitación de la sonrisa mediante resinas compuestas. Gaceta Dental [Internet]. 2013 [Consultado Oct 2019]; 248:126-138. Disponible en: <https://gacetadental.com/2013/06/rehabilitacion-de-la-sonrisa-mediante-resinas-compuestas-23865/>
- (4) Rodríguez, D. R., Pereira, N. A. Evolución y tendencias actuales en resinas compuestas [Internet]. Acta Odontológica Venezolana; 2007 [Consultado Oct 2019]. Disponible en: https://www.actaodontologica.com/ediciones/2008/3/evolucion_tendencias_resinas_compuestas.asp
- (5) Valle Rodríguez, A. M., Zamudio M. E., Álvarez N. M., Christiani, J. J. Revisión de resinas Bulk Fill: estado actual. Revista del Ateneo Argentino de Odontología [Internet]. 2018 [Consultado Oct 2019]; 58:55-60. Disponible en: <http://repositorio.unne.edu.ar/handle/123456789/1600>
- (6) Restrepo Lluís, J. Influencia del espesor de tres resinas compuestas translúcidas de diferente tonalidad sobre la luminosidad [Internet]. Universidad Complutense de Madrid; 2014 [Consultado Oct 2019]. Disponible en: <https://eprints.ucm.es/28362/>
- (7) Vieira Pereira, D. ¿Cuáles son las diferencias entre los empastes de composite y amalgama? [Internet]. Propdental; 2015 [Consultado Oct 2019]. Disponible en: <https://www.propdental.es/blog/odontologia/cuales-son-las-diferencias-entre-los-empastes-de-composite-y-amalgama/>
- (8) Davidenko, N., García Carrodegua, R., Sastre, R. Composites dentales: Efecto de la interfase y de otros factores sobre su durabilidad. Revista de Plásticos Modernos [Internet]. 2001 [Consultado Oct 2019]; 81(535):54-63. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/233398018_Composites_dentales_Efecto_de_la_interfase_y_de_otros_factores_sobre_su_durabilidad
- (9) Aplicaciones odontológicas de la nanotecnología [Internet]. KDI; 2017 [Consultado Oct 2019]. Disponible en: <https://www.knotgroupdentalinstitute.com/blog-odontologia/aplicaciones-odontologicas-nanotecnologia>
- (10) Sheridan, K. Sumita Mitra: la mujer que revolucionó la odontología [Internet]. *Newsweek*; 2018 [Consultado Oct 2019]. Disponible en: <https://newsweekespanol.com/2018/05/sumita-mitra-nanotecnologia-empastes/>
- (11) Los materiales dentales nanotecnológicos, a estudio [Internet]. Gaceta Dental; 2016 [Consultado Oct 2019]. Disponible en: <https://gacetadental.com/2016/01/los-materiales-dentales-nanotecnologicos-a-estudio-57426/>