

Medicent Electrón. 2024;28:e4029

ISSN 1029-3043

Artículo de Revisión

Materiales bioactivos restauradores en la odontología contemporánea. Una visión actualizada

Restorative bioactive materials in contemporary dentistry. An updated vision

Lianet Hurtado Santos^{1*} <https://orcid.org/0000-0002-4229-9704>

Dania Santos Prieto² <https://orcid.org/0000-0001-7588-4945>

Ana Laura Ramos Morales³ <https://orcid.org/0009-0007-2339-9009>

¹Hospital Universitario Clínico-Quirúrgico «Arnaldo Milián Castro». Santa Clara, Villa Clara. Cuba.

²Universidad de Ciencias Médicas de Villa Clara. Cuba.

³Clínica Estomatológica «Celia Sánchez Manduley». Santa Clara, Villa Clara. Cuba.

*Autor para la correspondencia: Correo electrónico: liahs98@nauta.cu

RESUMEN

Introducción: La odontología contemporánea requiere productos de alta calidad y fácil aplicación. Los biomateriales dentales entran en contacto con tejidos vivos por un tiempo determinado, para completarlos y mejorar su funcionamiento.

Inicialmente, se consideraron ideales los productos biológicamente inertes y biocompatibles. Sin embargo, actualmente, los compuestos bioactivos resultan una alternativa prometedora. La respuesta biológica provocada por estos permite la formación de un enlace entre los tejidos y el material. Además, reducen la sensibilidad, la microfiltración y las caries secundarias. Los materiales restauradores han evolucionado desde ionómeros de vidrio hasta ionómeros de vidrio modificados con resina, silicatos de calcio y composiciones restauradoras bioactivas, estéticas, como el aluminato de calcio y el silicato de calcio, que estimulan la formación de apatita. Estos nuevos compuestos, con propiedades remineralizantes y antibacterianas, pueden revertir la caries dental, inhibir la recurrente y recuperar minerales perdidos. El profesional estomatológico debe mantenerse actualizado en el conocimiento de estos materiales contemporáneos, para un tratamiento adecuado y la prevención de enfermedades bucodentales.

Objetivo: Sistematizar información actualizada sobre las propiedades de los materiales bioactivos restauradores en la odontología contemporánea.

Métodos: Se realizó una búsqueda en SciELO, MEDLINE/Pubmed, Scopus y Biblioteca Cochrane, entre octubre y noviembre de 2022. Se encontraron 25 documentos sin restricción de fecha de publicación y se incluyeron 17 artículos (88,2 % de actualización).

Conclusiones: Los materiales bioactivos han tenido un impacto considerable en la odontología restauradora contemporánea. Han aumentado la calidad de las restauraciones y reducido la recurrencia de caries.

DeCS: materiales restauradores; compuestos bioactivos; remineralización; odontología.

ABSTRAC

Introduction: contemporary dentistry requires high quality and easy application products. Dental biomaterials come into contact with living tissues for a certain time to complete them and improve their functioning. Initially, biologically inert and



biocompatible products were considered ideal. However, bioactive compounds are a promising alternative nowadays. Biological response caused by these compounds allows the formation of a bond between the tissues and the material. In addition, they reduce sensitivity, microleakage and secondary cavities. Restorative materials have evolved from glass ionomers to resin-modified glass-ionomers, calcium silicates and aesthetic, bioactive and restorative materials such as calcium aluminate and calcium silicate which stimulate apatite formation. These new compounds with remineralizing and antibacterial properties can reverse dental cavities, inhibit recurrence and recover lost minerals. The stomatological professional must remain updated on these contemporary materials for adequate treatment and prevention of oral diseases.

Objective: to systematize updated information on the properties of bioactive restorative materials in contemporary dentistry.

Methods: a search was carried out in SciELO, MEDLINE/Pubmed, Scopus and the Cochrane Library between October and November 2022. A number of 25 documents were found without publication date restrictions and 17 articles were included (88.2% updated).

Conclusions: bioactive materials have had a considerable impact on contemporary restorative dentistry. They have increased the quality of restorations and reduced the recurrence of cavities.

MeSH: root canal filling materials; phytochemicals; tooth remineralization; dentistry.

Recibido: 9/03/2024

Aprobado: 5/05/2024



INTRODUCCIÓN

La odontología es una disciplina que utiliza gran variedad de biomateriales; por ello, los profesionales de esta rama deben tener un conocimiento completo de su composición, manejo e indicaciones para un correcto diagnóstico, tratamiento y prevención de las enfermedades bucodentales.

Un biomaterial dental debe entrar en contacto con tejidos vivos durante un período de tiempo; con la finalidad de completarlo y mejorar su funcionamiento, sin afectar al resto del organismo.⁽¹⁾ La Sociedad Europea de Biomateriales lo define como “un material destinado a interactuar con sistemas biológicos para evaluar, tratar, aumentar o reemplazar cualquier tejido, órgano o función del cuerpo”. Para Park y Lakes, citados por De la Macorra,⁽²⁾ es cualquier material utilizado en la confección de dispositivos que replacen una parte o una función del cuerpo de manera segura, fiable, económica y fisiológicamente aceptable. Para ello, sus características deben ser similares al tejido que reemplaza y hacerlo en un medio especialmente agresivo como el oral.⁽²⁾

Inicialmente se concibieron, como ideales, los materiales biológicamente inertes y biocompatibles; su interacción con el esmalte o la dentina debía ser pasiva y basada en la infiltración simple. En la actualidad, los bioactivos han devenido una alternativa prometedora; sus interacciones con los tejidos del diente, sus características remineralizantes y antibacterianas, han despertado un interés creciente.

El término “bioactividad” tiene varios significados según el contexto. En la ingeniería de tejidos, se relaciona con los efectos celulares inducidos por la liberación de sustancias e iones activos del biomaterial; en su aplicación a tejidos blandos y duros. En la rama de los biomateriales, biocerámicas y vidrios bioactivos, la bioactividad de un material generalmente denota que este es capaz de formar mineral de hidroxilapatita en su superficie, *in vitro* e *in vivo*.⁽³⁾



Los antecedentes históricos de los biomateriales dentales y sus aplicaciones son escasos; a pesar de que la práctica de la odontología se remonta miles de años atrás. No fue hasta el siglo XIX que se desarrollaron las grandes familias de polímeros; y en el siglo XX comienza su aplicación con fines médicos.⁽¹⁾

Aunque todavía se encuentran en una etapa relativamente temprana, se ha logrado un progreso significativo en los estudios académicos y clínicos al respecto. Estos materiales han evolucionado en su composición y han sido usados en varios campos odontológicos como la regeneración ósea, colocación de implantes, restauraciones dentales con actividad bacteriostática y bactericida, bases cavitarias, sensibilidad dentinaria, remineralización de esmalte y dentina, adhesivo dental y tratamiento endodóntico.

En 1920 se reportó, por primera vez, el uso de hidróxido de calcio como agente bioactivo, para promover la formación de un puente de dentina en una pulpa expuesta.

En 1950 Otto Schmitt se refirió, por vez primera, al estudio multidisciplinario de los mecanismos biológicos de los productos que permiten imitar la naturaleza de los tejidos.

Con los avances logrados a finales de 1960, las investigaciones del doctor Hench en regeneración ósea y la introducción de vidrios bioactivos, varios componentes generadores de bioactividad han sido implementados en la odontología.

Los avances de 1990 permitieron que se creara un cristal amorfo de fosfato de calcio con propiedades anticariogénicas, en la universidad de Melbourne, Australia.

En 2008, en Estados Unidos, se desarrolló el Biodentine, un material basado en la purificación del silicato de calcio, con mejores propiedades mecánicas y más fácil manipulación. Posteriormente, en 2010, se lanzó la resina modificada con silicato de calcio: TheraCal LC.⁽⁴⁾

En Perú, en 2022, se han reportado estudios donde se emplean los cementos de silicato de calcio como recubrimiento pulpar directo e indirecto, basado en sus



propiedades antimicrobianas y beneficiosas para la protección del tejido pulpar. Además, libera mayor cantidad de calcio que el hidróxido de calcio y es menos soluble en el medio bucal.^(5,6)

En Cuba, Ameneiros Narciandi y colaboradores⁽⁷⁾ realizaron una revisión bibliográfica sobre el uso de estos materiales en estomatología conservadora contemporánea. En Villa Clara, específicamente, no se han encontrado estudios publicados al respecto.

En este sentido, es importante estimular investigaciones sobre los compuestos bioactivos, para conocer y perfeccionar su actividad antibacteriana y de remineralización en humanos, *in situ* o *in vivo*, en escenarios clínicamente notables.

Objetivo: Sistematizar información actualizada sobre las propiedades de los materiales bioactivos restauradores en la odontología contemporánea.

MÉTODOS

Se realizó una búsqueda bibliográfica sistemática en libros y publicaciones periódicas sobre la bioactividad de los materiales dentales restauradores contemporáneos, en el período comprendido entre octubre y noviembre de 2022. Se estableció un tiempo máximo retrospectivo de 10 años para la inclusión de libros de texto y 5 años para las revistas. Sin embargo, por su interés, fueron incluidos artículos anteriores al límite de tiempo establecido.

En la búsqueda electrónica se accedió a los sitios: MEDLINE/Pubmed, Cochrane, SciELO y Scopus. Se utilizaron como palabras clave: materiales restauradores, compuestos bioactivos, remineralización y odontología.

Se encontraron 25 documentos en español e inglés que respondían a las palabras clave establecidas; y se incluyeron 17 artículos (88,2 % de actualización). Los



documentos seleccionados para la revisión fueron analizados y organizados en las siguientes sesiones:

1. Biomateriales dentales y compuestos bioactivos. Propiedades del biomaterial ideal.
2. Clasificaciones
3. Materiales restauradores bioactivos: resinas compuestas, ionómeros, vítreos y biocerámicas.

DESARROLLO

1. Biomateriales dentales y compuestos bioactivos. Propiedades del biomaterial ideal.

El objetivo fundamental de la ingeniería biogenética es acelerar la regeneración y reparación de tejidos afectados. En este sentido, la ciencia produce nuevas terapias y desarrolla nuevos biomateriales, para restaurarlos, mejorarlos o prevenir su deterioro.⁽⁴⁾

La evolución conceptual y técnica de los materiales: inertes, biocompatibles y, finalmente, bioactivos-regenerativos, se ha orientado hacia la prevención del daño. Estos sustituyen los tejidos dentarios por medio de mecanismos similares a los que se producen en el organismo.

Cualquier sustancia o combinación de estas, de origen natural o sintético, diseñadas para interactuar con sistemas biológicos, con el fin de tratar, aumentar o sustituir algún tejido, órgano o función del organismo humano, se considera un biomaterial. Los bioactivos son aquellos que generan una respuesta biológica, que se manifiesta en la fuerte unión química del material con los tejidos duros y blandos. En general, han sido creados para promover la liberación de calcio, sodio, silíceo e iones de fosfato; los cuales reducen la actividad microbiana.



La cavidad bucal tiene un entorno complejo y dinámico; los materiales y tejidos dentales están expuestos a un amplio rango de variaciones en términos de pH, temperatura, microorganismos y nutrientes; así como a un constante intercambio de flúor, calcio y fosfato que, gracias a la acción reguladora de la saliva, genera un balance.⁽⁸⁾

No existe un biomaterial ideal, apto para todos los pacientes y situaciones. Este debería reunir las siguientes condiciones: biocompatibilidad, cualidades organolépticas aceptables, que no se decolore ni pigmente, que pueda elaborarse en la forma deseada, con exactitud y precisión para cada indicación; que tenga resistencia mecánica específica y adecuada a cambios fisicoquímicos y bioquímicos, radiopacidad; que se pueda limpiar y/o esterilizar; buenas condiciones de almacenamiento y costo razonable.⁽¹⁾

Según Calatrava Oramas,⁽³⁾ estos deberían cumplir los siguientes requisitos: la no toxicidad, la acción antibacteriana contra un amplio espectro de microorganismos y mantener un efecto duradero. Además, es muy importante que la incorporación de agentes antibacterianos no comprometa las propiedades mecánicas y ópticas del material restaurador.

El biomaterial debería promover la deposición de dentina reactiva y remineralizar la afectada, remanente, luego de la remoción parcial de la lesión cariosa. Del mismo modo, debería adherirse químicamente al esmalte y la dentina, y poseer un efecto terapéutico mediante la liberación de iones de fluoruro que se incorporen a los tejidos adyacentes; lo que haría que la estructura del diente fuera menos soluble al desafío ácido. También, su coeficiente de expansión térmica debería ser equivalente a la estructura dental, para que la masa de material tuviera suficiente estabilidad dimensional, minimizando así la ruptura marginal. No debería contraerse ni expandirse durante la polimerización. También tendría que ser insoluble en fluidos orales y evitar la erosión.

Un material excelente debe tener, además, alta resistencia al desgaste por fuerzas de impacto (oclusión y masticación); y tenacidad al desgaste por el



cepillado dental. La alta solidez cohesiva a la fractura inicial y a su propagación, sería otra de sus características. Finalmente, debe tener el color de los dientes, ser de fácil pulido y manipulación en el proceso de polimerización.

Los compuestos bioactivos han surgido como una versión superior de los biomateriales dentales. Estudios realizados con compuestos de células *in vitro* y los modelos animales *in vivo*, han indicado que estos materiales antibacterianos y remineralizantes no solo poseen una citotoxicidad similar o inferior a los monómeros y resinas dentales compuestas existentes, sino que también inducen la inflamación pulpar leve y facilitan la curación del complejo dentina-pulpa.

El equipo de investigación considera que los materiales bioactivos, debido a sus propiedades remineralizantes y antibacterianas, prometen revertir la caries dental, recuperar minerales perdidos e inhibir la caries recurrente.⁽³⁾

2. Clasificaciones.

Existen varias clasificaciones de los biomateriales dentales. En la propuesta por De la Macorra,⁽²⁾ se dividen en cuatro grandes grupos: metales, cerámicas, polímeros; y otra que agrupa los compuestos, una combinación de dos o tres de los anteriores, fabricada con un fin específico; ejemplo de ello son las resinas compuestas.

-Los metales son utilizados en diferentes aplicaciones. Con estos se fabrica la mayor parte de las estructuras metálicas de prótesis fijas y removibles. También se halla entre ellos la amalgama dental; que continúa aplicándose en procedimientos de odontología conservadora.

-Los polímeros agrupan la resina acrílica, los elastómeros y los poliéteres. Las resinas acrílicas son muy utilizadas como base de prótesis; mientras los elastómeros como las siliconas de adición, condensación o mezcla automática, y los polisulfuros o los poliéteres, cumplen una importante función como materiales de impresión.

-Las cerámicas bioinertes se usan, principalmente, para confeccionar coronas de porcelana y las bioactivas se pueden emplear como sustitutos óseos.



-Las resinas compuestas son ampliamente aplicadas en odontología conservadora. Suelen utilizarse tanto para reconstrucciones estéticas anteriores como para restauraciones de dientes posteriores.⁽¹⁾

Calatrava Oramas⁽³⁾ subdivide los materiales bioactivos a partir de: los que depositan hidroxiapatita y remineralizan y los que estimulan la regeneración pulpar, remineralizan y depositan hidroxiapatita.

Entre los primeros se encuentran los vidrios ionoméricos, que crean una nueva capa enriquecida con iones en la interfaz de ionómero de vidrio/diente. Esta contiene iones de fosfato y calcio de los tejidos dentales, y calcio o estroncio, fosfato y aluminio del cemento de ionómero de vidrio. El proceso de remineralización crea una superficie de dentina más dura. La fractura de restauración suele ser cohesiva, dejando la capa de intercambio iónico firmemente unida a la pared de la cavidad. Los túbulos dentinarios se sellan y protegen de la penetración bacteriana. Los segundos son muy utilizados en el tratamiento de la caries profunda, que frecuentemente conduce a la exposición pulpar y requiere un tratamiento de endodoncia.

En los últimos años se ha indicado la promoción de tratamientos fundamentados en la Biología, para la eliminación parcial de caries, con el objetivo de evitar la exposición de la pulpa cariada. El hidróxido de calcio modificado con resina y los silicatos de calcio se han indicado por la facilidad de su colocación precisa, estar polimerizados y presentar una resistencia física superior. Como estarían en contacto directo con la pulpa, su citotoxicidad y biocompatibilidad son de particular importancia para conservar la vitalidad pulpar y prevenir la irritación. Otros factores claves, son la capacidad del material bioactivo para sellar la estructura del diente, la resistencia de la unión entre el material de recubrimiento pulpar y las propiedades restauradoras.⁽³⁾

Ladino y colaboradores⁽⁴⁾ proponen una clasificación de los materiales bioactivos según su intervención con los tejidos.



-Remineralizantes: la mineralización se define como la ganancia de material calcificado en la estructura dental, que reemplaza la pérdida anteriormente por desmineralización, provocada por los ácidos y el descenso del pH. Los materiales bioactivos desarrollan un rol fundamental en este proceso, gracias al intercambio iónico que genera supersaturación de fluidos; lo cual, a su vez, provoca precipitación de iones en tejidos desmineralizados. Por otro lado, da lugar a la formación de fosfato de calcio, con el crecimiento de cristales de hidroxiapatita, no solo en la malla de colágeno extrafibrilar, también mejora las propiedades mecánicas de la red intrafibrilar.

Choi Y y colaboradores⁽⁹⁾ compararon la resistencia flexural de la dentina desmineralizada y no desmineralizada, en interacción con resinas modificadas con ionómeros vítreos, y modificadas con ionómeros y un 20 % de vidrios bioactivos, inmersos en una solución artificial de saliva. Su estudio demostró que la desmineralización y las condiciones de inmersión, tienen efecto en el comportamiento biomecánico de la dentina desmineralizada. En estas mismas condiciones, también se observó que los valores de resistencia flexural fueron mayores en los ionómeros modificados con resinas que contenían vidrios bioactivos. Las altas concentraciones de iones de calcio cerca de la interfase del material, favorece la precipitación de fosfato de calcio, al mejorar la capacidad de remineralización de los ionómeros.

-Desensibilizantes: los vidrios bioactivos se han aceptado como agentes mineralizantes y desensibilizantes en el tratamiento de la sensibilidad dentinaria. El vidrio bioactivo reacciona con la saliva para formar cristales de hidroxiapatita. Este depósito ocluye los túbulos dentinarios debido a su comportamiento físicoquímico, que lo hace un candidato loable para el proceso de mineralización dental y desensibilización; ello provoca un incremento de calcio y fosfato sobre la superficie de esmalte dental.

-Antibacterial: los componentes de estos materiales tienen la habilidad de generar un medio alcalino con pH entre 8-9, que favorece la inhibición bacteriana y la



reducción de la formación de caries recurrente, gracias a los iones de zinc que provocan cambios estructurales en las proteínas de los microorganismos, y dan lugar a la muerte celular.

-Restaurativos: la incorporación de agentes bioactivos produce la mineralización de la malla de colágeno y la fosforilación de las metaloproteinasas; lo cual desempeña una función terapéutica en la restauración dental. La adición de rellenos bioactivos a los materiales restaurativos, induce la formación de cristales de apatita, al generar una interdigitación directamente proporcional a la exposición entre los vidrios bioactivos y la malla de colágeno de la dentina desmineralizada. La saliva es determinante para la liberación de fosfatos, calcio y sílice; muestra una correlación directa entre la habilidad de formar apatita, inducida por el vidrio bioactivo, y la adhesión a la dentina; penetra profundamente en los túbulos dentinarios y aumenta la fuerza de adhesividad.

3. Materiales restauradores bioactivos: resinas compuestas, ionómeros vítreos y biocerámicas.

Resinas compuestas o *composites*:

Las resinas compuestas pueden generar bioactividad, por medio de la modificación de su fase orgánica y la adhesión antibacterial a los monómeros, o por la adición de rellenos bioactivos; lo que provoca un mecanismo antibacterial y remineralizador. La incorporación de vidrios bioactivos en la matriz orgánica de las resinas, produce una reducción bacteriana notable altamente efectiva frente a *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* y *Streptococcus mutans*, sin alterar sus propiedades mecánicas. Esta reacción se explica por la alcalinización del medio, que promueve la precipitación de iones, silicatos, calcio, sodio y fosfato, y genera daño tisular, inhibición de enzimas bacterianas y finalmente lisis celular.^(10, 11)

Ionómeros de vidrio:

El ionómero de vidrio fue uno de los primeros llamados “materiales inteligentes”, debido a su propiedad de liberar flúor y favorecer la reparación de dentina. La incorporación de agentes bioactivos como Bioglass, ha disminuido las



propiedades mecánicas, por el incremento del peso del relleno, pero ha aumentado las propiedades de bioactividad.

Los vidrios bioactivos en conjunto con el ionómero, forman hidroxiapatita en la malla de colágeno expuesta al medio ácido; y mejoran las cualidades mecánicas de la dentina en el proceso de remineralización.⁽¹²⁾

La tecnología de los ionómeros vítreos imita la estructura natural de los dientes; garantiza restauraciones resistentes a las fuerzas del impacto masticatorio; por lo que los pacientes quedarían complacidos con el tratamiento.

Un ejemplo de los ionómeros vítreos bioactivos contemporáneos es Riva Light Cure; compuesto hecho de una única capa de diferentes tamaños de vidrio reactivo ultrafino. Sus propiedades bioactivas permiten restauraciones duraderas; es un paradigma por su fácil manipulación, resistencia y estética, al imitar la translucidez del esmalte y la dentina. El relleno vítreo contiene flúor e iones de estroncio. Riva Light Cure reemplaza la dentina y se adhiere químicamente al diente sin necesidad de adhesivos ácidos, lo que reduce notablemente el riesgo de sensibilidad. Es el material ideal para tratamientos mínimamente invasivos, erosiones cervicales, abfracciones, restauraciones clase V y como forro cavitario.

Los ionómeros vítreos bioactivos son perfectos para aquellos pacientes que requieren atención rápida, como los niños, las personas con discapacidad, con problemas ortopédicos o de articulaciones temporomandibulares (ATM). Además, su alta resistencia a las manchas comunes de café, té o vino tinto, garantizan una estética duradera.⁽¹³⁾

Biocerámicas:

Las biocerámicas son compuestos bioinertes o bioactivos, con una fase cristalina embebida en una matriz amorfa residual, con gran variedad de indicaciones debido a su biocompatibilidad, estabilidad dimensional y habilidad de biomineralización. Muchas de ellas han sido investigadas y aplicadas por sus cualidades restauradoras, por su capacidad de inducir la biomineralización del



diente al iniciar la reparación y regeneración del tejido dental natural y reestablecer la integridad del periodonto.⁽¹⁴⁾

Estos compuestos deben su bioactividad a la propiedad de adhesión a los tejidos, precipitación iónica y alcalinización del medio, lo que provee actividad antimicrobiana. Entre ellos se encuentran los silicatos, aluminatos, hidroxiapatita, zirconio, fosfato de calcio y los vidrios bioactivos.^(4,15)

El zirconio monolítico se ha convertido en la base de la ortodoncia estética; tanto los brackets como los aros de metal y otros elementos, suelen fabricarse con aleaciones o cristales de este material; lo cual ha significado una verdadera “revolución odontológica”. Los tratamientos ortodóncicos creados a partir de este, son más cómodos y estéticos, casi imperceptibles, y lo que es más importante, no causan cuadros alérgicos a los pacientes. Este compuesto también se utiliza en el tratamiento protésico, en la rehabilitación por medio de coronas fundas, debido a sus excelentes propiedades mecánicas y su color blanco similar al de las estructuras dentales.^(16,17)

CONCLUSIONES

Los materiales dentales restauradores utilizados tradicionalmente, resultaban relativamente inertes y reemplazaban las estructuras dentales faltantes. Los aplicados por la odontología contemporánea no solo cumplen con estas funciones, sino que también poseen propiedades terapéuticas beneficiosas. Estos promueven la precipitación e intercambio iónico; lo cual favorece la remineralización y desensibilización dentinaria. Su acción antimicrobiana evita la caries recurrente, la microfiltración bacteriana, y por tanto, favorece la longevidad de las restauraciones. Es por ello que resulta imprescindible la actualización de los profesionales de esta rama en el conocimiento y aplicación de dichos materiales, en función de ofrecer un tratamiento más eficaz.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Pérez Pérez M, Pérez Ferrás ML, Pérez Rodríguez AT, Hechevarría Pérez ZM, Pérez Pérez A. Aplicaciones de biomateriales en la Estomatología. CCM [Internet]. 2018 Dic [citado 2022 nov. 17];22(4):[cerca de 14 pantallas]. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/ccm/v22n4/ccm12418.pdf>
2. De la Macorra JC. Manual de biomateriales odontológicos [Tesis de grado]. [España]: Universidad complutense de Madrid; 2020. Disponible en: <https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://eprints.ucm.es/63496/1/Manual%2520de%2520Biomateriales%2520v1.pdf&ved=2ahUKEwih2uucz4H8AhU2SzABHUpzCLkQFnoECBcQAQ&usq=AOvVaw3bXjhuq7Hg-golRQK2urj>
3. Calatrava Oramas LA. Materiales restauradores bioactivos. Pertinencia y desafíos. Acta Odontol [Internet]. 2020 [citado 2022 nov. 17];58(1):[cerca de 12 pantallas]. Disponible en: <https://www.actaodontologica.com/ediciones/2020/1/art-5/>
4. Ladino LG, Bernal A, Calderón D, Cortés D. Bioactive Materials in Restorative Dentistry: A Literature Review. SVOA Dentistry [Internet]. 2021 [citado 2022 nov.17];2 (2):cerca de 8 pantallas]. Disponible en: <https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://sciencevolks.com/dentistry/pdf/SVOA-DE-02-019.pdf&ved=2ahUKEwjmiKDA04H8AhUkmlQIHbeDCnIQFnoECAoQAQ&usq=AOvVaw24R-UZ1EOykP8XCm-e02mZ>
5. Pedroza Joshua AY, Ñaupari Villasante RA, Noborikawa Kohatsu AK, Núñez Gamboa MR. Protección Pulpar: Cementos a Base De Silicato De Calcio. Relato De Un Caso Clínico. Rev Estomatol Herediana [Internet]. 2020 [citado 2022 nov. 21];30(3):[cerca de 5 pantallas]. Disponible en: <https://revistas.upch.edu.pe/index.php/REH/article/view/3823/4302>



6. Granados S, Alcalde C, Guzmán J, Meléndez D, Torres C, Velásquez Z. Cementos a base de silicato de calcio: factor clave en el éxito del recubrimiento pulpar directo. Revisión de la literatura. Rev Estomatol Herediana [Internet]. 2022 [citado 2022 nov. 17];32(1):[cerca de 8 pantallas]. Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/pdf/reh/v32n1/1019-4355-reh-32-01-52.pdf>
7. Ameneiros-Narciandi O, Gamboa-Sosa J, Soto-Rico A, Martínez-Betancourt A, Ruiz-Candina H. El uso de materiales bioactivos en la estomatología conservadora contemporánea. Invest Medicoquir [Internet]. 2019 [citado 2022 nov. 15];11(3):[cerca de 14 pantallas]. Disponible en: <https://revcimeq.sld.cu/index.php/imq/article/view/540/580>
8. Garchitorea MI. Vidrios bioactivos en odontología restauradora. Odontoestomatología [Internet]. 2019 [citado 2022 nov. 17];21(34):[cerca de 11 pantallas]. Disponible en: <http://www.scielo.edu.uy/pdf/ode/v21n34/1688-9339-ode-21-34-33.pdf>
9. Choi Y, Sun W, Kim Y, Kim I-R, Gong M-K, Yoon S-Y, et al. Effects of Zn-Doped Mesoporous Bioactive Glass Nanoparticles in Etch-and-Rinse Adhesive on the Microtensile Bond Strength. Nanomaterials MDPI [Internet]. 2020 [citado 2022 nov. 17];10(10):[cerca de 12 pantallas]. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2079-4991/10/10/1943>
10. Braga RR, Fronza BM. The use of bioactive particles and biomimetic analogues for increasing the longevity of resin-dentin interfaces: A literature review. Dent Mater J [Internet]. 2020[citado 2022 nov. 15];39(1):[cerca de 7 pantallas]. Disponible en: https://www.jstage.jst.go.jp/article/dmj/39/1/39_2019-293/_pdf
11. Simila HO, Bocaccini AR. Sol-gel bioactive glass containing biomaterials for restorative dentistry: a review. Dent Mater. 2022;38(5):725-47.



12. Ubaldini A, Pascotto RC, Sato F, Soares VO, Zanotto ED, Baesso ML. Effects of Bioactive Agents on Dentin Mineralization Kinetics After Dentin Bleaching. Oper Dent. [Internet]. 2020 [citado 2022 nov. 15];45(3):[cerca de 11 pantallas]. Disponible en:

<https://meridian.allenpress.com/operative-dentistry/article/45/3/286/427389/Effects-of-Bioactive-Agents-on-Dentin>

13. Mocquot C, Attik N, Pradelle-Plasse N, Grosogeat B, Colon P. Bioactivity assessment of bioactive glasses for dental applications: A critical review. Dent Mater [Internet]. 2020 [citado 2022 oct. 27];36(9):[cerca de 12 pantallas]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0109564120300750>

14. Chrita S, Mathew NK, Jayalakshmi S, Balakumar S, Rajeshkumar S, Ramya R. Strategies of Bioceramics, Bioactive Glasses in Endodontics: Future Perspectives of Restorative Dentistry. Biomed Res Int [Internet]. 2022 [citado 2022 oct. 27];2022:[cerca de 12 pantallas]. Disponible en:

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35941984/>

15. Velásquez Puerta DA. Evaluación biológica in vitro de un nuevo cemento a base de Aluminato de Calcio [Tesis de grado]. [Colombia]: Universidad CES; 2018. Disponible en:

<https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://repository.ces.edu.co/handle/10946/3865&ved=2ahUKEwjYqP2Y1YH8AhUoQjABHdcKAY0QFnoECAwQAQFnoECAwQAQ&usg=AOvVaw2nXHN2UQCFuMSCXIVzaEgL>

16. Gallant G, Knappe D. Corona monolítica: desarrollo de la tecnología CAD/Cam. Quintessence técnica [Internet]. 2011 [citado 2022 oct. 27];22(7):[cerca de 8 pantallas]. Disponible en:

<https://www.elsevier.es/es-revista-quintessence-tecnica-33-pdf-X1130533911268499>



17. Shahmiri R, Standard OC, Hart JN, Sorell CC. Optical properties of zirconia ceramics for esthetic dental restorations: a systematic review. J Prosthet Dent [Internet] 2018 [citado 2022 oct. 27];119(1):[cerca de 11 pantallas]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/319924692_Optical_properties_of_zirconia_ceramics_for_esthetic_dental_restorations_A_systematic_review

Conflictos de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

