

“Restauraciones dentales; implicaciones en la salud y el medio ambiente” Dental restorations; health and environmental implications

Jesús Antonio Valenciana-Solís¹, César Gaitán-Fonseca^{1,2}, Luis Alejandro Aguilera-Galaviz^{1,2}, Marco Tulio Bernal-Eliás², Javier Romero-Curiel², Gabriel Alejandro Martínez-Castañón³, Oscar Cepeda Argüelles^{1,2}, Carlos Bermúdez-Jiménez*^{1,2}

¹ Maestría en Ciencias Biomédicas, Área de Ciencias de la Salud, Universidad Autónoma de Zacatecas “Francisco García Salinas”, México.

² Unidad Académica de Odontología, Universidad Autónoma de Zacatecas “Francisco García Salinas”, México.

³ Laboratorio de Nanobiomateriales, Facultad de Estomatología, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, México.

Autor de la correspondencia: * carlosber8@uaz.edu.mx

Resumen

El objetivo de este artículo fue realizar una revisión de literatura para determinar las implicaciones en la salud y en el medio ambiente de las restauraciones dentales, tanto restauraciones de amalgama como de resina compuesta. La caries dental se determina por el reblandecimiento del tejido duro del diente que puede evolucionar hasta la formación de una cavidad. Existen diversos tratamientos para la caries dental, entre los cuales se encuentran los tratamientos restaurativos con amalgama y resina principalmente. Al pasar de los años, los materiales dentales se han perfeccionado hasta el punto de llegar a ser prácticamente inocuos. Aun así, existe la controversia sobre las implicaciones que pudieran tener los lixiviados de las amalgamas y los composites de resina tanto en la salud del individuo como en el ambiente.

Palabras clave: Medio ambiente, restauraciones dentales, resina compuesta, amalgama dental, caries dental.

Abstract

The objective of this article was to conduct a literature review to determine the health and environmental implications of dental restorations, both amalgam and composite resin restorations. Dental caries is determined by the softening of the hard tissue of the tooth that can progress to the formation of a cavity. There are various treatments for dental caries, among which are mainly restorative treatments with amalgam and resin. Over the years, dental materials have been perfected to the point of being virtually harmless. Even so, there is controversy about the implications that leachate from amalgams and resin composites could have on both the individual's health and the environment.

Keywords: Environment, dental restorations, composite resin, dental amalgam, dental caries.

Introducción

La caries dental, según la OMS, es un proceso localizado, de origen multifactorial, que se inicia después de la erupción dentaria, determinando el reblandecimiento del tejido duro del diente que puede evolucionar hasta la formación de una cavidad. Es, además la enfermedad con más prevalencia e incidencia en los niños de 3 a 6 años (Hernández-Cantú, Reyes-Silva, García-Pineda, González-Montalvo, & Sada-Amaya, 2018).

Los factores más importantes en la aparición de la caries dental se encuentran los dietéticos y los ambientales, como lo son alto consumo de azúcares y como factores ambientales se encuentran el nivel educativo bajo, ausencia de hábitos higiénicos y falta de accesibilidad a los servicios de salud (Hernández-Cantú et al., 2018).

Hay diversos tratamientos para la caries dental, entre los cuales se encuentran los preventivos (Aplicación tópica de fluoruro, correcta técnica de cepillado, aplicación de resinas preventivas en fosetas y fisuras, entre otros), así como también los meramente restaurativos (Restauración con amalgama, resina o material cerámico).

La amalgama dental se ha utilizado desde el siglo XIX. Los primeros datos sobre el uso de una pasta de plata con contenido de mercurio provienen del siglo VII, pero fue hasta 1819, donde Bell creó la amalgama como material de obturación dental, la cual tomo auge en Europa a principios de 1826 y en 1830 se comenzó su exportación hacia Norteamérica (Mahalaxmi, 2020).

Por otro lado, la resina compuesta tuvo sus inicios a mitad del siglo XX. En ese entonces los únicos materiales estéticos que existían eran los silicatos pero que tenían como desventaja el desgaste que sufrían al poco tiempo de ser colocados. Las resinas como las conocemos ahora tuvieron su inicio en 1962 cuando el Dr. Ray Bowen desarrolló un nuevo tipo de resina compuesta, la cual tenía como principal innovación la matriz de resina de Bisfenol-A-Glicidil Metacrilato (Bis-GMA) y un componente de acoplamiento entre la matriz de resina y las

partículas de relleno (German, 2022).

Por lo tanto, el objetivo de este artículo fue realizar una revisión de la literatura con el fin de determinar las implicaciones en la salud y en el medio ambiente de las restauraciones dentales, tanto restauraciones de amalgama como de resina compuesta.

Material y métodos

Se realizó una búsqueda de artículos en la Base de datos “Google Scholar”. Las palabras utilizadas fueron las siguientes: “Amalgam AND Resin AND Health AND Environment”.

Resultados

Amalgama

Desde un inicio, la amalgama dental ha sido centro de polémica, ya que, por sus componentes, es señalada como un material que podría tener implicaciones en la salud de los pacientes.

En 1833, se describieron los efectos adversos del mercurio en odontología por parte de Talbot, años después, en los años 20's, Stock acuñó por primera vez el término “micromercurialismo”, y lideró el comienzo de un movimiento internacional, en el cual se advertía sobre la toxicidad de la amalgama dental y su necesidad de desincentivar su uso en tratamientos odontológicos, el cual, hasta estos tiempos aún tiene relevancia, (S Mulligan, Kakonyi, Moharamzadeh, Thornton, & Martin, 2018).

Durante esta controversia, se habla de por lo menos cuatro periodos de confrontamiento, la primera dada en 1845, cuando, ante la evidencia de los efectos adversos del mercurio, la American Society of Dental Surgeons (ASDS) prohíbe el uso de la amalgama. Ante esta prohibición, los odontólogos que siguieron utilizando la amalgama fueron acusados de mala praxis y fueron expulsados de la asociación, esto generó una disminución de miembros que provocaron la disolución de dicha asociación. Poco después, en 1859 surge la

Asociación dental americana (ADA), la cual, en sus comienzos, hace una defensa del uso de la amalgama como material de obturación seguro (Mutis, Pinzón, & Castro, 2011).

El segundo periodo de confrontaciones surge en Europa entre 1922 y 1926, en el cual Stock, químico de profesión lidera el movimiento al publicar varios artículos que fortalece este movimiento anti-amalgama al describir los efectos adversos personales que le generó tener este material en su boca (Mutis et al., 2011).

El tercer periodo de confrontaciones se registra en 1973, cuando el odontólogo estadounidense Hal Huggins y la odontóloga Olympia Pinto publican estudios que exponen el envenenamiento crónico por amalgama tanto en pacientes como en el personal de salud oral que se encuentran en contacto continuo con este material (Mutis et al., 2011).

El cuarto periodo de confrontaciones se da a partir del 2008 cuando en Noruega se prohíbe totalmente el uso de amalgamas después de haber existido un uso restringido en niños y embarazadas, cabe destacar que es la primera vez que se habla tanto de la conservación del medio ambiente como de disminuir la exposición a este tóxico (Mutis et al., 2011).

Se consideran fuentes principales la incineración de desechos tóxicos peligrosos, el derramamiento de mercurio por ruptura de elementos o equipos y las industrias energéticas que queman carbón, el cual, al ser quemado, libera en el aire cantidades significativas de mercurio. Estas prácticas aportan hasta un 40% del mercurio liberado al medio ambiente, y termina por asentarse en diferentes fuentes de agua y el suelo, donde puede ser transformado por microorganismos en mercurio metílico o metilmercurio, un componente altamente tóxico, que se acumula en el agua tratable para el consumo humano, hongos comestibles, algunas plantas sembradas en tierras contaminadas, y pescados y mamíferos que los ingieren (Fairbanks, Pramanik, Thomas, Das, & Martin, 2021).

Resinas compuestas

A raíz de la controversia que se ha dado históricamente por el uso del mercurio en las amalgamas, en la década de 1950, se empezaron a desarrollar materiales de restauración dental a base de resinas, las cuales han tomado popularidad desde entonces.

La popularidad de estos compuestos se ha atribuido principalmente a:

- Sus propiedades estéticas
- Resistencia y dureza
- Facilidad de uso y modelado

El avance en el desarrollo de nuevos compuestos de resina con desarrollo nanotecnológico es tema de vanguardia por la creación de resinas con fase inorgánica modificada que se caracteriza por una alta resistencia mecánica, resistente a la abrasión, propiedades estéticas mejoradas y una contracción a la polimerización reducida (German, 2022).

Como se mencionó anteriormente, la alternativa más usada como material estándar para restauraciones dentales directas son las resinas compuestas, que están conformadas por diversos compuestos como son: Bis-GMA, UDMA, TEGDMA, HEMA, etc. (S Mulligan et al., 2018).

Implicaciones en la salud

Desde la implementación del uso de la amalgama y de la resina compuesta como materiales de restauración dental ha habido controversia sobre las implicaciones que podría tener en la salud algunos de los componentes de estos materiales.

Uno de los compuestos más controversiales que se encuentra en la amalgama es el mercurio. Se ha descrito en la bibliografía diversos efectos secundarios del mercurio en la salud, principalmente efectos tóxicos en los sistemas nervioso, digestivo, inmunitario, respiratorio, también se ha descrito daño a los riñones, la piel y ojos (S. Mulligan, Hatton, & Martin, 2022).

El ambiente oral está caracterizado por sus condiciones especiales, es decir, en la cavidad oral tenemos factores físicos, químicos, biológicos y mecánicos que influyen en diversos procesos, como lo es la digestión, mecanismos antibacterianos, etc. Estas condiciones son un proceso cíclico, en el cual el ambiente cambia constantemente (Szczesio-Włodarczyk, Sokolowski, Kleczewska, & Bociong, 2020).

Durante la función masticatoria, pequeñas cantidades de mercurio son liberadas de las restauraciones de amalgama y son absorbidas por el organismo, así también, parafunciones como el bruxismo y hábitos como masticar chicle demostraron una liberación mayor de mercurio proveniente de restauraciones de amalgama (S Mulligan et al., 2018) se ha demostrado una liberación de 0.5-1 µg por diente por día (Berlin, 2020).

Por otro lado, las resinas son polímeros compuestos por diferentes agregados, tanto orgánicos como inorgánicos, entre los cuales destacan: Bis-GMA (Bisfenol A-Diglicidiléter Metacrilato), UDMA (Dimetacrilato de uretano), TEGDMA (Dietacrilato de trietilenglicol), entre otros, a los cuales se les ha descrito diversos efectos en la salud.

Se ha descrito que el Bisfenol A (BPA) es un compuesto disruptor endócrino y se le ha asociado a anomalías reproductivas. En estudios con animales se ha asociado con diabetes, obesidad, cambios de comportamiento e infertilidad. Otros estudios concluyeron que era probable que tuviera efecto en hígado, riñones y la mama en estudios con ratas (He & Kopperud, 2018).

Aunque el BPA no es en sí un componente de las resinas compuestas, se utiliza para la fabricación de monómeros derivados de este como lo son: 2,2-di(4-metacriloxifenil) propano (Bis-DMA), 2,2-bis[4-(2-hidroxi-3-metacriloxi-propoxi) fenil] propano (Bis-GMA). Por lo tanto, los monómeros que son derivados del BPA que se usan en materiales dentales se han convertido en una preocupación, para pacientes, odontólogos y fabricantes (He & Kopperud, 2018).

Implicaciones ambientales

El mercurio afecta negativamente a los ecosistemas y a la salud humana y la OMS lo reconoce como uno de los diez productos químicos de mayor preocupación para la salud pública. El mercurio existe en tres formas; mercurio elemental, inorgánico (Cloruro mercuríco) y mercurio orgánico (metilmercurio). Las bacterias que se encuentran comúnmente en los sedimentos son capaces de convertir el mercurio inorgánico en metilmercurio que es una toxina con alto índice de bioacumulación. (Fairbanks et al., 2021).

El mercurio en el medio ambiente proviene de fuentes tanto antropogénicas como naturales, pero en este documento nos enfocaremos a los desechos de mercurio producidos por la amalgama dental. Aunque las amalgamas dentales han estado siendo eliminadas paulatinamente, sigue siendo una de las principales materiales de obturación. Las liberaciones de mercurio de la amalgama dental pueden ocurrir en múltiples etapas de su ciclo de uso; como desechos dentales provenientes de la colocación y remoción de empastes, debido a la degradación de la amalgama en el fraguado y liberación de excreciones humanas, o al final de la vida después del entierro y las emisiones de la cremación. En consecuencia, estas emisiones y liberaciones pueden ocurrir en los tres medios ambientales; aire (cremación o incineración de residuos médicos), tierra (entierro, vertedero y dispersión de lodos de depuradora) y agua (vertidos indirectos mediante tratamiento de aguas residuales). De estas tres rutas la única que se le ha atribuido directamente a las amalgamas son las emisiones derivadas de la cremación que se estiman en alrededor de 3.77 toneladas (0.17%) (Fairbanks et al., 2021).

Hasta hace poco, no se había considerado la contaminación ambiental por el uso de materiales compuestos a base de resina, y la preocupación se centraba en cuestiones de biocompatibilidad como la citotoxicidad y la estrogenicidad de la elución de los monómeros constituyentes (S. Mulligan et al., 2022). La posible contaminación ambiental causada por

resinas compuestas nos indica el ciclo de vida del material. Las resinas compuestas se producen a nivel industrial y la eliminación del material de desecho del proceso de fabricación es el primer evento potencial de contaminación. Otras maneras de contaminación son, por ejemplo, los dientes extraídos que contienen restauraciones de resina que son desechados de manera inadecuada y las sobras de resina no utilizada dentro de las jeringas y que son desechadas en los desechos sólidos municipales. Cuando se eliminan de esta manera, los lixiviados del vertedero pueden reaccionar con los compuestos de las resinas permitiendo la liberación de sus componentes.

Los mecanismos de liberación de los compuestos de resina al medio ambiente se consideran de la siguiente manera: Eliminación en vertederos, desechos humanos (saliva y orina) en aguas residuales, desechos de fresado y liberación de partículas en aguas residuales, liberación de partículas de procedimientos clínicos, cremación y entierro de cadáveres que tienen restauraciones con resina.

La liberación de componentes al medio ambiente también se produce durante la aplicación clínica. Cuando a estas restauraciones se les da un acabado y se pulen después de su colocación, se liberan partículas o micropartículas que contienen monómeros parcialmente polimerizados a las aguas residuales.

Discusión

En el Reino Unido, por ley, para reducir la cantidad de mercurio liberado por la amalgama dental al medio ambiente, la profesión odontológica ha adoptado mejores prácticas de gestión para el manejo y eliminación de los residuos de amalgama. Estos incluyen el uso de trampas junto al sillón, separadores de amalgama que cumplan con la norma ISO 11143, inspección y limpieza de trampas y el uso de un servicio comercial de eliminación de desechos para reciclar o eliminar la amalgama recolectada (S Mulligan et al., 2018).

En México, existen especificaciones descritas en la “Guía del uso y manejo del mercurio en

la práctica dental”, que se basa en NOM-052-SEMARNAT-2005, Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos. Que establece las características de los residuos peligrosos y el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente la cual indica la manipulación de la amalgama, el retiro de la amalgama y la disposición de mercurio y amalgama residual. Lo principal y lo más importante es el uso de barreras de protección tanto para el profesional, el asistente dental y para el usuario final de la amalgama. Para el retiro de amalgama y disposición final de la amalgama, se recomienda equipar la unidad dental con un separador o trampa para amalgama.

La disposición final para evitar riesgos a la salud y ambientales, se deberá colocar los residuos en contenedores especiales (Contenedor de plástico con tapa de sellado hermético para mercurio líquido); mantener rotulados y mantener en resguardo temporal fuera del alcance de los pacientes y personas ajenos a su manejo. En el caso de los consultorios particulares que no puedan incorporarse a un Plan de Manejo de alguna Unidad Hospitalaria deberán acercarse a la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) para recibir la asesoría pertinente.

Se estima que, en el año 2001, las emisiones al aire y suelo por entierros y cremaciones fue de entre 70 y 170 kg de mercurio. Las emisiones de mercurio pueden reducirse mediante el uso de dispositivos de control de la contaminación del aire, incluido el selenio, o la adsorción en filtros de carbón activado, que pueden eliminar más del 90% de las emisiones (S Mulligan et al., 2018).

En el 2015 se colocaron 800 millones de restauraciones directas de resina compuesta, la estimación de fracaso está basada a los 10 años, tiempo en el cual estas resinas deben removerse y cambiarse por nuevas, considerando que el peso de una restauración promedio es de 0.3g, se calcula que se gene-

ran 12 toneladas de resina que son vertidas en aguas residuales.

TEGDMA es el monómero más dominante liberado por las resinas compuestas, pero esto es función de su hidrofiliidad relativamente alta y su menor peso molecular (S. Mulligan et al., 2022). El TEGDMA y el BPA representan un riesgo para la salud humana y se reconoce el riesgo de alergia y de citotoxicidad.

Se consideran varias vías de contaminación de estos, la liberación de micropartículas durante la eliminación clínica, el acabado/pulido y el fresado CAD/CAM de restauraciones y su posterior vertido a aguas residuales y entierro en vertederos ha recibido la mayor atención de la investigación.

Con el desarrollo nuevos materiales de obturación, la amalgama está quedando obsoleta y las resinas compuestas indicadas como única opción para el tratamiento de la caries dental, por esta razón, las estrategias que se buscan son las siguientes:

- Desarrollo de nuevos materiales con un impacto ambiental bajo.
- Desarrollar estrategias de prevención en salud bucal.
- Reducción del uso de materiales de obturación
- Desarrollo de tecnología para captura de residuos.

Las estrategias a desarrollar en este ámbito, tanto con las amalgamas, como con los compuestos de resina son clave para buscar una reducción de desechos de origen dental que puedan tener repercusión tanto en la salud como en el ambiente:

- Reducción/eliminación de la utilización de la amalgama.
- Estrategias en salud bucal para la prevención de enfermedades.
- Optimizar la visita al odontólogo.
- Optimizar la aplicación de compuestos de resina (No sobre-obturar).
- Desarrollo de guías normas para el uso y eliminación de resinas compuestas.

- Desecho de residuos de forma responsable.

Conclusión

Con una inminente desaparición del uso de amalgama como material de restauración dental, se debe tomar en cuenta el potencial problema de contaminación que puede llegar a ser los lixiviados de los compuestos de resina, que si bien, son mínimos en comparación con otras industrias, tanto la industria de resinas dentales como los clínicos que utilizan estos materiales, deben tomar en cuenta y tomar la responsabilidad que les compete. No hay evidencia de que las resinas compuestas tengan un impacto directo al medio ambiente, sin embargo, estas sustancias tienen compuesto que son potencialmente nocivos tanto para la salud como para el medio ambiente. Se necesitan más investigaciones sobre este tema, porque si bien no se ha dilucidado aun un impacto ambiental directo, se tiene que tomar la responsabilidad y ser conscientes de este potencial problema.

Referencias bibliográficas

Berlin, M. (2020). Mercury in dental amalgam: a risk analysis. *Neurotoxicology*, 81, 382-386.

Fairbanks, S. D., Pramanik, S. K., Thomas, J. A., Das, A., & Martin, N. (2021). The management of mercury from dental amalgam in wastewater effluent. *Environmental Technology Reviews*, 10(1), 213-223. doi: 10.1080/21622515.2021.1960642

German, M. J. (2022). Developments in resin-based composites. *British Dental Journal*, 232(9), 638-643.

He, J., & Kopperud, H. M. (2018). Preparation and characterization of Bis-GMA-free dental composites with dimethacrylate monomer derived from 9,9-Bis[4-(2-hydroxyethoxy)phenyl]fluorene. *Dent Mater*, 34(7), 1003-1013. doi: 10.1016/j.dental.2018.03.007

Hernández-Cantú, E. I., Reyes-Silva, A. K. S., García-Pineda, M. A., González-Montalvo,

A., & Sada-Amaya, L. J. (2018). Hábitos de higiene bucal y caries dental en escolares de primer año de tres escuelas públicas. *Rev Enferm Inst Mex Seguro Soc*, 26(3), 179-185.

Mahalaxmi, S. (2020). *Materials used in Dentistry*: Wolters Kluwer india Pvt Ltd.

Mulligan, S., Hatton, P. V., & Martin, N. (2022). Resin-based composite materials: elution and pollution. *Br Dent J*, 232(9), 644-652. doi: 10.1038/s41415-022-4241-7

Mulligan, S., Kakonyi, G., Moharamzadeh, K., Thornton, S., & Martin, N. (2018). The environmental impact of dental amalgam and resin-based composite materials. *British Dental Journal*, 224(7), 542-548.

Mutis, M. J., Pinzón, J. C., & Castro, G. (2011). Las amalgamas dentales: ¿un problema de salud pública y ambiental? Revisión de la literatura. *Universitas Odontológica*, 30(65).

Szczesio-Włodarczyk, A., Sokolowski, J., Kleczewska, J., & Bociong, K. (2020). Ageing of Dental Composites Based on Methacrylate Resins-A Critical Review of the Causes and Method of Assessment. *Polymers (Basel)*, 12(4). doi: 10.3390/polym12040882