

Phase-Out of Dental Amalgam: Implications for Dental Practice and Education

Desuso de la amalgama dental: perspectivas para la práctica odontológica y la formación

LAURA SOFIA OSORIO-VÉLEZ¹, ANDREA LOZADA-LIZARAZO², DIEGO A. GIL-ALZATE³

¹ Docente, Universidad de Antioquia. MSc en Ingeniería en Materiales y Procesos, Universidad Nacional de Colombia.  0009-0007-3200-5227

² Docente, Universidad de Antioquia. Especialista en Gerencia de Calidad y Auditoría en Salud, Universidad Cooperativa de Colombia.  0009-0009-5912-1388

³ Docente, Universidad de Antioquia. MSc en Ciencias Odontológicas, Universidad de Antioquia. Especialista en Seguridad del Paciente y Calidad Asistencial.  0009-0006-2119-0386

ABSTRACT

Dental amalgam has long been a widely used restorative material in dentistry due to its durability and cost-effectiveness. However, concerns about its mercury content and environmental impact have led to the implementation of international regulations calling for its phase-out. In Colombia, these regulatory measures pose significant challenges for both the education and training of future dentists and for the provision of oral healthcare services. Stakeholders must therefore develop the knowledge, experience, and strategies required to support safer and more sustainable dental practices without compromising quality of care. This entails consideration of scientific and technical perspectives (related to materials science), academic dimensions (education, curricula, and training programs), policy frameworks (regulatory and institutional approaches), and the ethical-social dimension (impact on public health and the general population in terms of appropriateness, accessibility, and timeliness of care). The adoption of these elements provides a foundation for effective and safe decision-making across the different domains of dental practice.

Keywords: dental amalgam, dental education, health policy, Minamata Convention on Mercury

Resumen

La amalgama dental ha sido un material de restauración ampliamente utilizado en la odontología durante décadas dada su durabilidad y costo-efectividad. Sin embargo, las preocupaciones relacionadas con su contenido de mercurio e impacto ambiental han llevado a la implementación de normativas internacionales que establecen su eliminación. En Colombia, estas disposiciones normativas presentan desafíos significativos tanto en la formación académica de los futuros odontólogos como en la prestación de servicios de salud; en consecuencia, los actores deben apropiarse conocimientos, experiencias y estrategias que permitan prácticas odontológicas más seguras y sostenibles sin comprometer la calidad de la atención, considerando perspectivas científico-técnicas (en relación con la teoría del material), académicas (formación, planes de estudio y currículos), políticas (con enfoque normativo e institucional), y la dimensión ético-social (impacto en la salud pública y la población en general, en términos de la pertinencia, la accesibilidad y la oportunidad de la atención). La apropiación de estos elementos servirá de herramienta para una efectiva y segura toma de decisiones en las diferentes esferas de la práctica odontológica.

Palabras clave: amalgama dental, educación en odontología, política de salud, Convenio de Minamata sobre el Mercurio

Enviado: junio 18/2025 - **Aceptado:** octubre 07/2025



Cómo citar este artículo: Osorio-Vélez LS, Lozada-Lizarazo A, Gil-Alzate DA. Desuso de la amalgama dental: perspectivas para la práctica odontológica y la formación. Rev Fac Odontol Univ Antioq. 2026; 38(1): e359744. DOI: <http://dx.doi.org/10.17533/udea.rfo.v38n1e361233>



INTRODUCCIÓN

La amalgama dental ha sido, durante décadas, uno de los materiales más utilizados en la odontología restauradora. Su composición (una mezcla de mercurio con aleaciones de plata, estaño y cobre) le ha conferido propiedades únicas como la resistencia, durabilidad y facilidad de uso, que la hicieron útil en la práctica clínica, especialmente en contextos donde los recursos son limitados.¹ Gracias a su bajo costo y eficacia, ha sido una aliada clave en programas de salud pública y en la atención a comunidades con acceso restringido a servicios odontológicos. En las Facultades de odontología, su uso ha estado presente en la formación de generaciones de profesionales, consolidándose como un referente técnico en los planes de estudio. Sin embargo, con el paso del tiempo han surgido inquietudes sobre el impacto del mercurio en la salud humana y el medio ambiente,² dado lugar a normativas internacionales, como el Convenio de Minamata, que proponen su eliminación progresiva.³ Este cambio plantea importantes retos y reflexiones: ¿cómo formar a las nuevas generaciones de odontólogos en materiales alternativos sin perder calidad en la atención?, ¿cómo garantizar tratamientos seguros, accesibles y sostenibles para todas las personas?

La transición hacia una odontología libre de amalgama no puede ser solo técnica o normativa. También es necesario integrar dimensiones éticas, sociales y educativas, que reconozcan las realidades de los pacientes, de los profesionales y del sistema de salud en su conjunto.

Con el objetivo de profundizar en el tema, se organizaron dos paneles de discusión de carácter interinstitucional con la participación de expertas(os) provenientes de diversos ámbitos. En estos espacios intervinieron profesionales del Ministerio de Salud de Colombia, la Universidad Nacional de Colombia, la Universidad del Bosque, la Universidad de Antioquia, y especialistas en práctica odontológica de los Estados Unidos.

Desde el punto de vista metodológico, la inclusión de estos paneles responde a la necesidad de garantizar la triangulación de fuentes y perspectivas, fortaleciendo la rigurosidad del análisis. La integración de representantes gubernamentales, académicos y clínicos internacionales permitió contrastar enfoques, identificar puntos de consenso y aportar recomendaciones contextualizadas para el desarrollo de la temática.

EL DESUSO DE LA AMALGAMA EN COLOMBIA

El Convenio de Minamata sobre el Mercurio es el acuerdo mundial más reciente sobre medio ambiente y salud, adoptado en 2013. Lleva el nombre de la bahía de Japón donde, a mediados del siglo XX, las aguas residuales industriales contaminadas con mercurio envenenaron a miles de personas y provocaron graves daños a la salud, lo que se conoció como la "enfermedad de Minamata".³ Desde que entró en vigor, el 16 de agosto de 2017, los países y organismos multilaterales que firmaron dicho convenio, han estado trabajando juntos para controlar el suministro y el comercio de mercurio, reducir su uso, emisión y liberación,⁴ con miras a generar conciencia en el público y a desarrollar la capacidad institucional necesaria para "Decir adiós al mercurio"⁵ (Figura 1).



Figura 1. Trayectoria normativa y política de Colombia para el desuso de la amalgama. Para ampliar la información, dar clic aquí.

Fuente: por los autores.

En Colombia, el Ministerio de Salud sugiere un protocolo que toma algunos aspectos propuestos por el *International Academy of Oral Medicine & Toxicology* (IAOMT)^{6,7,8} con elementos amplios y detallados, que propenden por la seguridad del profesional, del paciente y del medio ambiente; sin embargo, algunos de los equipos y aditamentos que allí se proponen son costosos y de difícil adquisición.⁹ A continuación, se especifican las orientaciones para la eliminación del material, aplicables a los servicios odontológicos (Figura 2):

- No realizar la extracción de amalgama en mujeres embarazadas o lactando
- No realizar o retirar amalgamas por personal en embarazo o lactando
- Usar cápsulas pre-dosificadas hasta agotar existencias
- Registrar en la historia clínica el procedimiento de remoción de forma completa
- Incluir vigilancia epidemiológica ocupacional para el talento humano de odontología
- Realizar el procedimiento en áreas ventiladas, utilizar rejillas o trampas en los desagües, usar los elementos de protección personal para la atención odontológica de forma completa y correcta; usar dique de goma, remover el material en trozos y con abundante agua, usar buena irrigación y utilizar enjuagues con los pacientes para atrapar partículas
- Eliminar cuidadosamente los restos de amalgama adheridos al instrumental antes de su esterilización.

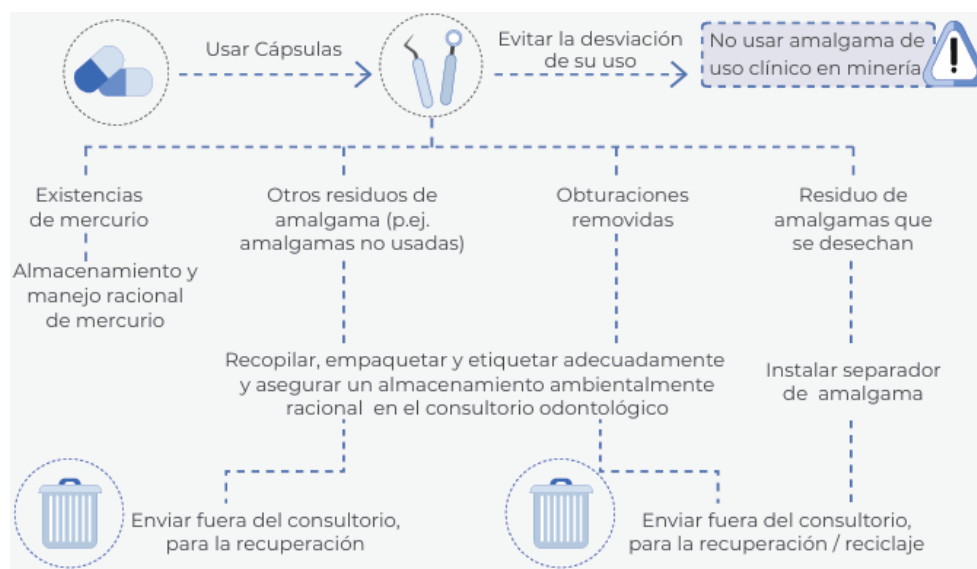


Figura 2. Manejo racional de residuos de amalgama en el consultorio odontológico.¹⁰

Fuente: United Nations Environment Programme (UNEP).¹¹

DISCUSIÓN

Con el objetivo de generar espacios de reflexión y análisis sobre el imperativo desuso de la amalgama dental, considerando aspectos científicos, técnicos, políticos y sociales, desde la academia se proponen desarrollar estrategias de divulgación y apropiación social del conocimiento, para evaluar el impacto de las disposiciones normativas internacionales y nacionales relacionadas con la eliminación de este material, así como su repercusión en la seguridad de la práctica odontológica, la formación de los profesionales en odontología, y el impacto en la prestación de servicios de salud odontológicos en Colombia.¹⁰

Por otra parte, desde el componente clínico de la práctica odontológica, existe uniformidad de criterios en torno a que, pese a los avances científicos y técnicos en el campo de la restauración dental, la amalgama es un material difícil de igualar en relación con sus propiedades y adaptabilidad. Sin embargo, también coinciden en afirmar que, existen materiales alternativos o bioactivos, como el ionómero de vidrio y las resinas compuestas (fluidas y empacables), que se pretende sean el reemplazo de la amalgama.¹⁰

Evaluación de la toxicidad del mercurio: rutas de exposición, efectos sistémicos y estrategias diagnósticas

Invitados internacionales: Dr. Christopher Turf y Dra. Carmen Burke, Estados Unidos

La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha clasificado al mercurio como una de las 10 sustancias químicas más peligrosas para la salud pública,^{12,13} dado que interfiere con la función del sistema inmunológico y puede ocasionar daño a los sistemas nervioso, endocrino y reproductivo.¹⁴ Este metal afecta múltiples sistemas de detoxificación del organismo, lo que favorece la acumulación de otros

metales pesados y toxinas ambientales.¹⁵ Por otra parte, su exposición puede aumentar la incidencia de infartos de miocardio y accidentes cerebrovasculares; también puede transferirse al lactante a través de la leche materna, daña ácidos grasos esenciales, proteínas y enzimas, y se ha documentado que produce disfunción mitocondrial, incrementa la inflamación intestinal y contribuye al aumento de la permeabilidad del epitelio digestivo, lo cual se relaciona con la disfunción de la barrera hematoencefálica, favoreciendo la acumulación de neurotoxinas.^{5,16}

Tipos de mercurio

Uno de los tipos es el Metilmercurio (MeHg) que se encuentra en pescados y mariscos.^{17,18} Es importante anotar que todos los productos de mar contienen mercurio y otros metales pesados en concentraciones variables, siendo altamente absorbible (hasta el 95 %).¹⁹

Otros tipos de mercurio son el etilmercurio (timerosal), utilizado como conservante en varias vacunas. Muchos fabricantes lo han sustituido por aluminio, aunque este también presenta toxicidad potencial. El mercurio inorgánico (Hg^{2+}), que proviene principalmente de las amalgamas dentales, suelen estar compuestas en un 50 % por mercurio elemental mezclado con plata, cobre, zinc, estaño u otros metales.²⁰ En este sentido, la evidencia sugiere que la exposición del paciente depende del número de restauraciones, tamaño/superficie, y condición (edad, desgaste) de las amalgamas;²¹ las antiguas o deterioradas liberan más vapor de mercurio elemental, el cual es inhalado y absorbido por los pulmones (hasta un 80 % se transfiere a la sangre).^{22,23} Este vapor se oxida a mercurio inorgánico, el cual altera sistemas enzimáticos y membranas celulares, afectando la bioquímica normal y el vapor se libera en mayor cantidad por aumento de temperatura, fricción (masticación, cepillado, bruxismo), acidez (pH bajo), y envejecimiento del material. También ocurre corrosión superficial, liberando mercurio en la saliva que se ingiere, causando inflamación gastrointestinal y bloqueo de rutas detoxificantes.²³

Pruebas para detectar mercurio en el organismo

No existe una única prueba óptima para evaluar toxicidad por mercurio.²³ Cada método tiene ventajas y limitaciones, y la correlación entre niveles y síntomas clínicos no siempre es directa.

- **Análisis de cabello:** evalúa la excreción de metales (principalmente metilmercurio) por vía capilar. No detecta mercurio de amalgamas. Es útil para valorar el equilibrio mineral del paciente y planificar estrategias de detoxificación. Su utilidad se limita si el paciente tiene sistemas de detoxificación comprometidos
- **Análisis de orina (basal):** refleja la capacidad del riñón para excretar metales. Puede subestimar la carga corporal si existe daño renal, ya que el mercurio afecta la función de excreción renal. No distingue entre mercurio de pescado o amalgamas
- **Prueba de provocación urinaria (challenge):** se administra un agente quelante para movilizar metales desde tejidos. La orina se recolecta durante 4 a 24 horas. Sin embargo, no existe estandarización de dosis ni tipo de quelante y requiere función renal adecuada, además puede inducir síntomas severos por redistribución de metales, no distingue el tipo de mercurio y la concentración urinaria no siempre refleja la severidad clínica

- **Análisis sanguíneo:** tradicionalmente detecta sólo exposiciones recientes. Nuevas tecnologías permiten medir niveles muy bajos. Sin embargo, no distingue entre metil e inorgánico, no siempre refleja la carga corporal total y algunos pacientes pueden “secuestrar” metales en tejidos sin mostrar niveles elevados en sangre
- **Mercury Tri-Test (Quicksilver Scientific):** combina sangre, orina y cabello. Diferencia metilmercurio e inorgánico y permite evaluar si existen fallas en los mecanismos de drenaje (riñón, cabello). Útil para identificar acumulación activa por exposición continua.

Implicaciones y estrategias de intervención

La exposición crónica, incluso a niveles bajos, contribuye a la carga tóxica general en pacientes con patologías multisistémicas, por lo que se recomienda no usar el material, en caso de ya tenerlo y optar por su remoción, esta debe ser precedida por protocolos de drenaje hepático, renal, intestinal y linfático, como el de los kits homeopáticos/espagíricos alemanes de drenaje Soluna o Pekana (*Spagyric drainage kit Soluna or Pekana Big 3 Detox and Drainage kit*), que ayudan a la detoxificación hepática, drenaje linfático, eliminación renal y reducción de interferencias electromagnéticas. *Push/Catch Protocol (Quicksilver Scientific)* que combina extractos amargos (*Bitters*) que activan el hígado y liberan bilis cargada de toxinas, junto con compuestos ligantes (*Binders*) que capturan dichas toxinas para su excreción fecal. Esto reduce la inflamación hepática, intestinal y cerebral.²³

Finalmente, se recomienda evitar el consumo de pescados y mariscos al menos un mes antes de retirar las amalgamas. En pacientes con enfermedades crónicas, los protocolos de detoxificación pueden requerir meses o años según el grado de afectación y nivel de metales, incluso con niveles bajos de metales pueden contribuir a enfermedades crónicas.

Indicaciones clínicas para el retiro de la amalgama

En la práctica odontológica moderna, la estética y la cosmética han abierto líneas de desempeño bastante importantes, y tradicionalmente se ha considerado la amalgama dental como un material poco estético y con presuntas consecuencias en la salud de las personas.^{24,25} Sin embargo, su retiro debe considerarse en casos estrictamente mandatorios, como presencia de caries recidiva, fractura del material, fractura en la interfase diente-restauración, desadaptación o trauma oclusal; dicho retiro debe ser aceptado bajo consentimiento libre y voluntario del paciente, después de indicarle los posibles riesgos.²⁶ Otra línea pragmática opta por retirar todas las amalgamas existentes en boca y aplicar la denominada “odontología biológica”.²⁷ En este contexto, la odontología biológica (también llamada “odontología biocompatible o integrativa”) hace referencia a un enfoque de la práctica odontológica que prioriza la salud general del paciente, utilizando materiales y procedimientos que minimicen los riesgos tóxicos, inmunológicos o sistémicos.²⁸ Este enfoque considera los posibles efectos adversos de ciertos materiales dentales —como la amalgama con mercurio— sobre el organismo, y busca alternativas que sean más biocompatibles, respetuosas con el ambiente y menos invasivas.²⁹

La odontología biológica no rechaza la ciencia convencional, pero la complementa con una mirada integral, considerando al paciente como un todo y promoviendo la desintoxicación, el equilibrio

sistémico y la prevención. Este modelo ha cobrado especial relevancia en el contexto de la eliminación de la amalgama dental y del cumplimiento de normativas ambientales como el Convenio de Minamata.³⁰⁻³²

Perspectivas en la formación

En el ámbito académico, es necesario que los planes de estudio se actualicen en la implementación de nuevas técnicas de restauración, minimizando la enseñanza del uso de la amalgama haciendo énfasis sobre los riesgos para los pacientes, los profesionales y para el medio ambiente, con base en las indicaciones y los protocolos de procedimiento. Es necesario profundizar en la enseñanza de la resina compuesta, tanto en la parte científica como técnica, con protocolos de adhesión depurados y predecibles.³³

Es importante anotar que las instituciones de educación superior deben acogerse a las directrices que, como país, se han asumido con carácter vinculante al firmar y ratificar el Convenio de Minamata, siguiendo las recomendaciones y medidas que han de adoptarse para reducir el uso de la amalgama dental, y que tendrán en cuenta las circunstancias nacionales y las orientaciones internacionales pertinentes,^{34,35} e incluirán dos o más medidas incluidas en la tabla 1:

Tabla 1. Anexo A, parte II del convenio de Minamata.

Medida	
I	Establecer objetivos nacionales destinados a la prevención de la caries dental y a la promoción de la salud, con el fin de reducir al mínimo la necesidad de restauración dental
II	Establecer objetivos nacionales encaminados a reducir al mínimo su uso
III	Promover el uso de alternativas sin mercurio eficaces, en función de los costos, y que sean clínicamente efectivas para la restauración dental
IV	Promover la investigación y el desarrollo de materiales de calidad sin mercurio para la restauración dental
V	Alentar a las organizaciones profesionales representativas y a las escuelas odontológicas, para que formen a dentistas profesionales y estudiantes sobre el uso de alternativas sin mercurio en la restauración dental, y la promoción de las mejores prácticas de gestión
VI	Desincentivar las políticas y los programas de seguros que favorezcan el uso de amalgama en lugar de la restauración dental sin mercurio
VII	Alentar las políticas y los programas de seguros que favorezcan el uso de alternativas de calidad a la amalgama para la restauración dental
VIII	Limitar el uso de amalgama dental en su forma encapsulada
IX	Promover el uso de mejores prácticas ambientales en los gabinetes dentales para reducir las liberaciones y compuestos de mercurio al agua y al suelo

Fuente: Convenio de Minamata.¹⁴

DE LA REDUCCIÓN A LA ELIMINACIÓN PROGRESIVA

Entre el 3 y el 7 de noviembre de 2025 se celebró en Ginebra, Suiza, una nueva Conferencia de las Partes en la que se revisó el Convenio de Minamata. En este contexto, se aprobaron enmiendas al Anexo A, que marcan la transición desde un enfoque de reducción progresiva (*phase-down*) hacia la eliminación progresiva (*phase-out*) de la amalgama dental a nivel mundial, con una meta fija para el 2034. Esta decisión, reconocida por las partes, como un hito global en la aplicación del Convenio. Es importante anotar que el acuerdo contempló como excepción que el uso de la amalgama se limita estrictamente a situaciones clínicas muy justificadas cuando no existan alternativas restauradoras apropiadas.

CONCLUSIONES

El desuso de la amalgama dental representa un punto de inflexión histórico en la odontología contemporánea, marcado por el imperativo de articular conocimiento científico, normativa ambiental, práctica clínica segura y responsabilidad ética. Si bien la amalgama ha sido durante décadas un material de restauración insustituible por su resistencia, durabilidad y costo-efectividad,³⁶ su composición basada en mercurio plantea riesgos documentados para la salud humana y el ecosistema, justificados desde múltiples líneas de evidencia.³⁷ La ratificación del Convenio de Minamata por parte de Colombia, y la entrada en vigor de restricciones legales, evidencian una voluntad política clara hacia la erradicación progresiva de materiales con potencial tóxico, transformando de manera directa los entornos de formación y ejercicio clínico.

Las implicaciones del desuso de la amalgama no son homogéneas, presentan desafíos diferenciados en contextos urbanos y rurales, públicos y privados, que demandan acciones pedagógicas, institucionales y políticas contextualizadas; este proceso invita a una reflexión estructural sobre la odontología que se enseña, se aprende y se ejerce.

La eliminación de la amalgama es, en esencia, una oportunidad para redefinir los horizontes éticos y formativos de la práctica odontológica en el siglo actual y los que vienen. Hacia el futuro, la profesión se proyecta más coherente con los principios de salud pública, equidad, y justicia ambiental.

Algunas consideraciones finales:

- La amalgama dental, como material de restauración, no se volverá a usar
- No es permitido el comercio del mercurio en Colombia desde 2023
- Solo se permite el uso de las cápsulas de amalgama hasta agotar existencias
- El Ministerio de Salud de Colombia dispone al público una amplia información sobre reglamentaciones, orientaciones para el retiro seguro de amalgama según la IAOMT y las indicaciones para el manejo seguro de los desechos involucrados
- La apuesta política y de salud pública orientada hacia un modelo preventivo de la caries dental, aumentar la promoción y la educación para la salud y disminuir el intervencionismo
- Es necesario que las instituciones de educación superior y de educación para el trabajo actualicen sus planes de estudio (desde su autonomía), en perspectiva de la utilización de materiales dentales vanguardistas para la restauración y/u operatoria dental; la historicidad de la amalgama

como material de restauración dental en desuso, y protocolos de eliminación segura para el operador, el paciente y el medio ambiente.

Esta transición no debe asumirse únicamente desde la sustitución técnica del material, sino como un proceso educativo profundo que reconfigure los currículos, los protocolos clínicos y las narrativas profesionales en torno a la seguridad del paciente, la sostenibilidad ambiental y la bioética. La actualización de contenidos formativos, la promoción de técnicas restaurativas con ionómeros de vidrio y resinas compuestas, así como la apropiación de protocolos para el retiro seguro de amalgamas, son aspectos urgentes e ineludibles.

AGRADECIMIENTOS

- Dr. Alejandro Hurtado Aristizábal, Decano de la Facultad de Odontología, Universidad de Antioquia (Colombia)
- Dra. Sandra Tovar Valencia, Ministerio de Salud (Colombia)
Contacto: stovar@minsalud.gov.co
- Dra. Paula Alejandra Baldión Elorza, Universidad Nacional (Colombia)
Contacto: pabaldione@unal.edu.co
- Dra. Olga Lucia Zarta Arizabaleta, Universidad del Bosque (Colombia)
Contacto: zartaolga@unbosque.edu.co
- Dr. Christopher Turf, Functional Therapeutics (EE.UU.)
Contacto: Cturfo420@gmail.com - Functionaltherapeutics.org
- Dra. Carmen Burke, Clínica Odontología Holística Familiar (EE.UU.)
Contacto: carmen@carmenburke.com
- Dra. Laura Sofía Osorio Vélez, Universidad de Antioquia (Colombia)
Contacto: laur.osorio@udea.edu.co

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

AUTOR DE CORRESPONDENCIA

Diego A. Gil-Alzate
dalonso.gil@udea.edu.co
+57 317 515 5908
Facultad de Odontología
Universidad de Antioquia
Medellín, Colombia

REFERENCIAS

1. República de Colombia. Ministerio de Salud y Protección Social. Contexto normativo del uso de la Amalgama Dental en Colombia [presentación]. Subdirección de Enfermedades No Transmisibles, Dirección de Promoción y Prevención; 2024.
2. República de Colombia. Ley 1658 de 2013: Por medio de la cual se establecen disposiciones para la comercialización y el uso de mercurio en las diferentes actividades industriales del país, se fijan requisitos e incentivos para su reducción y eliminación y se dictan otras disposiciones. Diario Oficial N.º 48.852; 15 Jul 2013. Disponible en <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=53781>
3. República de Colombia. Congreso. Ley 1892 de 2018: Por medio de la cual se aprueba el "Convenio de Minamata sobre el Mercurio", hecho en Kumamoto (Japón) el 10 de octubre de 2013. Diario Oficial N.º 50.590; 11 May 2018. Disponible en <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/06/ley-1892-2018.pdf>
4. República de Colombia. Ministerio de Minas y Energía, Ambiente y Desarrollo Sostenible, Salud y Protección Social, Trabajo, Agricultura y Desarrollo Rural, Transporte y Comercio, Industria y Turismo. Plan Único Nacional de Mercurio. Bogotá: Gobierno de Colombia; 2018. Disponible en <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/06/PUNHg.pdf>
5. República de Colombia. Ministerio de Salud y Protección Social. Plan del mercurio para el sector salud 2018. Dirección de Promoción y Prevención, Subdirección de Salud Ambiental. Bogotá: MinSalud; 2018.
6. República de Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Diagnóstico de uso de productos con mercurio añadido y sus sustitutos en el sector salud en Colombia. Bogotá: MinAmbiente; 2022. Disponible en https://quimicos.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2023/01/Diagnostico_uso_productos_Hg_sector_salud-1.pdf
7. República de Colombia. Ministerio de Salud y Protección Social. Resolución 3280 de 2018. Por medio de la cual se adoptan los lineamientos técnicos y operativos de la Ruta Integral de Atención para la Promoción y Mantenimiento de la Salud y la Ruta Integral de Atención en Salud para la Población Materno Perinatal. Diario Oficial N.º 50704; 3 ago 2018. Disponible en <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/lists/bibliotecadigital/ride/de/dij/resolucion-3280-de-2018.pdf>
8. República de Colombia. Ministerio de Salud y Protección Social. Resolución 2366 de 2023. Por la cual se actualizan integralmente los servicios y tecnologías de salud financiados con recursos de la UPC. Diario Oficial N.º 52.244; 19 dic 2023. Disponible en https://www.minsalud.gov.co/Normatividad_Nuevo/Resolucio%CC%81n%20No%202366%20de%202023.pdf
9. República de Colombia. Ministerio de Salud y Protección Social. Lineamiento para el uso controlado de la amalgama dental en los servicios de odontología. Bogotá: MinSalud; 2023. Disponible en <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/ENT/uso-controlado-amalgama.pdf>
10. República de Colombia. MinAmbiente; Centro Nacional de Producción Más Limpia y Tecnologías Ambientales (CNPLTA). Inventario de emisiones y liberaciones antropogénicas de mercurio en Colombia. Bogotá: 2017. Disponible en https://archivo.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/mercurio/Inventario_2016_MINAMATA.pdf
11. Organización Panamericana de la Salud. Eliminación de mercurio en el sector salud: manual para identificar alternativas más seguras. Washington, D.C.: OPS; 2012. Disponible en <https://www.paho.org/es/documentos/eliminacion-mercurio-sector-salud>
12. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). Informe: el Convenio de Minamata sobre el Mercurio y su implementación en la región de América Latina y el Caribe. Uruguay: PNUMA; 2014. Disponible en http://www.mercuryconvention.org/Portals/11/documents/publications/informe_Minamata_LAC_ES_FINAL.pdf
13. World Health Organization. Mercury and health [Internet]. Geneva: World Health Organization; 2024 Oct 24. Disponible en <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/mercury-and-health>
14. World Health Organization. Elemental mercury and inorganic mercury compounds: human health aspects. Geneva: WHO; 2003. Disponible en <https://iris.who.int/server/api/core/bitstreams/75d796f5-216a-4833-9b7c-2df75f3ddff5/content>
15. Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Convenio de Minamata sobre el mercurio: texto y anexos. Ginebra: ONU; 2019. Disponible en <https://minamataconvention.org/sites/default/files/2021-06/Minamata-Convention-booklet-Sep2019-SP.pdf>

16. Mercury and health [Internet]. World Health Organization. Geneva: WHO; 2017 [citado 2024 mar 31]. Disponible en <https://e-lactancia.org/media/papers/Mercury-WHO2017.pdf>
17. Centro Coordinador Convenio de Basilea, Centro Regional Convenio de Estocolmo para América Latina y el Caribe. Informe: el Convenio de Minamata sobre el Mercurio y su implementación en la región de América Latina y el Caribe. Montevideo: 2014. Disponible en: https://minamataconvention.org/sites/default/files/inline-files/informe_Minamata_LAC_ES_FINAL.pdf
18. United Nations Environment Programme (UNEP). Lessons from countries phasing down dental amalgam use. Geneva: UNEP; 2016. Disponible en: http://archive.zoinet.org/web/sites/default/files/publications/Dental_Amalgam_spreads.pdf
19. La técnica segura de eliminación de amalgama de mercurio (SMART) [Internet]. International Academy of Oral Medicine and Toxicology (IAOMT). Disponible en <https://es.iaomt.org/recursos/extracci%C3%B3n-segura-de-empastes-de-amalgama/>
20. FDI World Dental Federation. Las amalgamas dentales y el Convenio de Minamata sobre el Mercurio. Ginebra: FDI; 2014.
21. Alexander G, Hopcraft MS, Tyas MJ, Wong RHK. Dentists' restorative decision: making and implications for an 'amalgamless' profession. Part 4: clinical factors. *Aust Dent J.* 2017; 62(3): 363-71. DOI: <https://doi.org/10.1111/adj.12519>
22. Alexander G, Hopcraft MS, Tyas MJ, Wong RHK. Dentists' restorative decision: making and implications for an 'amalgamless' profession. Part 1: a review. *Aust Dent J.* 2014; 59(4): 408-19. DOI: <https://doi.org/10.1111/adj.12209>
23. Alexander G, Hopcraft MS, Tyas MJ, Wong RHK. Dentists' restorative decision: making and implications for an 'amalgamless' profession. Part 2: a qualitative study. *Aust Dent J.* 2014; 59(4): 420-31. DOI: <https://doi.org/10.1111/adj.12212>
24. Schmalz G, Schwendicke F, Hickel R, Platt JA. Alternative direct restorative materials for dental amalgam: a concise review based on an FDI policy statement. *Int Dent J.* 2024; 74(4): 661-8. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.identj.2023.11.004>
25. Khangura SD, Seal K, Esfandiari S, Quiñonez C, Mierzwinski-Urban M, Mulla SM, et al. Composite resin versus amalgam for dental restorations: a health technology assessment. Ottawa (ON): Canadian Agency for Drugs and Technologies in Health; 2018.
26. Council of European Dentists. CED resolution: dental amalgam, 2013 update. Brussels: CED; 22 Nov 2013 (CED-DOC-2013-076-FIN-E). Disponible en <https://www.ond.pt/content/uploads/2019/08/201311-ced-amalgam-update.pdf>
27. Canadian Dental Association. CDA position on dental amalgam [Internet]. Ottawa: CDA; revisado febrero 2021. Disponible en https://www.cda-adc.ca/en/about/position_statements/amalgam/
28. International Association for Dental Research (IADR). Safety of dental amalgam [Internet]. Alexandria (VA): IADR; adoptado junio 2019, actualizado junio 2025. Disponible en <https://www.iadr.org/science-policy/safety-dental-amalgam>
29. Instituto de Evaluación Tecnológica en Salud (IETS). Estudio técnico de atención en salud oral (calzas de amalgama) para Caries dental cavitacional en el marco del procedimiento técnico científico y participativo de exclusiones. Reporte 1184. Bogotá: IETS; 2020. Disponible en [https://mivoxpopuli.minsalud.gov.co/InscripcionParticipacionCiudadana/DOCUMENTOS/2019/Calzas%20de%20amalgama%20\(1184\)%20Informe%20t%C3%A9cnico%20cient%C3%ADfico.pdf](https://mivoxpopuli.minsalud.gov.co/InscripcionParticipacionCiudadana/DOCUMENTOS/2019/Calzas%20de%20amalgama%20(1184)%20Informe%20t%C3%A9cnico%20cient%C3%ADfico.pdf)
30. República de Colombia. Minsalud; Secretaría del Convenio de Minamata. Información sobre alternativas sin mercurio en amalgamas dentales. Disponible en https://minamataconvention.org/sites/default/files/documents/submission_from_government/Colombia_dental_alternatives.pdf
31. Bernardo M, Luis H, Martin MD, Leroux BG, Rue T, Leitão J, et al. Survival and reasons for failure of amalgam versus composite posterior restorations placed in a randomized clinical trial. *J Am Dent Assoc.* 2007; 138(6): 775-83. DOI: <https://doi.org/10.14219/jada.archive.2007.0265>
32. Kopperud SE, Tveit AB, Gaarden T, Sandvik L, Espelid I. Longevity of posterior dental restorations and reasons for failure. *Eur J Oral Sci.* 2012; 120(6): 539-48. DOI: <https://doi.org/10.1111/eos.12004>
33. Maserejian NN, Trachtenberg FL, Wheaton OB, Calafat AM, Ranganathan G, Kim HY, et al. Changes in urinary bisphenol A concentrations associated with placement of dental composite restorations in children and adolescents. *J Am Dent Assoc.* 2016; 147(8): 620-30. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.adaj.2016.02.020>

34. World Health Organization; Pan American Health Organization. Report of the informal global WHO consultation with policymakers in dental public health: monitoring country progress in phasing down the use of dental amalgam. Geneva: WHO; 2021. Disponible en <https://www.who.int/publications/i/item/9789240038424>
35. Naciones Unidas; Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente; Convenio de Minamata sobre el Mercurio. Decisión aprobada por la cuarta reunión de la Conferencia de las Partes en el Convenio de Minamata sobre el Mercurio; MC-4/3: examen y enmienda de los anexos A y B del Convenio de Minamata. Geneva: UNEP; 2021. Disponible en https://minamataconvention.org/sites/default/files/documents/decision/4_Dec3_Amendment.Spanish.pdf
36. World Health Organization. Prevention and treatment of dental caries with mercury-free products and minimal intervention. Geneva: WHO; 2022. Disponible en <https://www.who.int/publications/i/item/9789240046184>
37. Mutter J. Is dental amalgam safe for humans? The opinion of the scientific committee of the European Commission. J Occup Med Toxicol. 2011; 6(1): 2. DOI: <https://doi.org/10.1186/1745-6673-6-2>