

Revisión Bibliográfica

LO QUE EL CIRUJANO DENTISTA QUE PRACTICA ODONTOLOGÍA DEBE SABER ACERCA DE LA AMALGAMA DENTAL. WHAT THE DENTAL SURGERON WHO PRACTICE DENTISTRY SOULD KNOW ABOUT THE DENTAL AMALGAMA.

Mondelli J.¹, Mondelli A.², Mondelli R.³, Henostroza G.⁴, Medina J.⁵, Noborikawa A.⁶

1. Profesor Senior del Departamento de Dentística, Endodoncia y Materiales Odontológicos de la Facultad de Odontología de Bauru - FOB. Universidad de Sao Paulo - USP. Brasil.
2. Profesor Doctor del Instituto Mondelli de Odontología. Bauru - Sao Paulo. Brasil.
3. Profesor Asociado del Departamento de Dentística, Endodoncia, y Materiales Odontológicos de la Facultad de Odontología de Bauru - FOB. Universidad de Sao Paulo - USP. Brasil.
4. Profesor Asociado de la Facultad de Estomatología de la Universidad Peruana Cayetano Heredia.
5. Especialista, Máster y Doctor en Dentística por la Facultad de Odontología de Bauru - FOB. Universidad de Sao Paulo - USP. Brasil.
6. Profesor de la Facultad de Estomatología de la Universidad Peruana Cayetano Heredia.

Artículo originalmente publicado por la Editora Plena, a quien los editores de RODYB agradecen la autorización para su publicación en Español. Así mismo agradecemos profundamente al Dr. José Mondelli por permitirnos reproducir este excelente documento. sabemos que será de gran aporte académico para la odontología restauradora de latinoamérica. Título original: O que o cirurgião-dentista que pratica a Odontologia deve saber a respeito do amálgama dentário. Full Dent. Sci. 2014; 5 (19); 511 - 526. Correo electrónico autor principal: jomond@fob.usp.br

RESUMEN

Muchas organizaciones no gubernamentales, científicos, docentes, dentistas, médicos, activistas y abogados han trabajado incansablemente para legislar dando fin a la amalgama como material restaurador odontológico, habiendo expresado sus opiniones y publicado artículos que han contribuido a incentivar la "tercera guerra" contra la amalgama. El UNEP (Programa de las Naciones Unidas para el Ambiente) concluyó sus debates acerca de un acuerdo internacional: la Convención de Minamata sobre el Mercurio, cuyo objetivo es reducir los impactos ambientales significativos para la salud debido a la contaminación atmosférica por mercurio, incluyendo disposiciones concernientes a diversos productos que contienen dicho elemento químico. Según dicho acuerdo, algunos de esos productos deberán ser proscritos a partir de 2020. Las restauraciones de amalgama no fueron incluidas en la prohibición, sin embargo, el tratado sugiere algunas disposiciones acerca de la reducción gradual del uso de dicho material, sin exigir su proscripción ni establecer un plazo para abolir su uso. De acuerdo con el reciente informe del UNEP, de 2013, las principales fuentes antropogénicas (actividades humanas) de contaminación ambiental por mercurio están vinculadas con la minería artesanal de oro, la quema de carbón y la producción de cementos, metales ferrosos y no ferrosos. La cantidad de vapor que se libera anualmente a la atmósfera por cremación a partir de restauraciones de amalgama, no llega al 1% del total emitido en todo el

mundo por otros sectores contaminantes.

Con relación a posibles vapores provocados por los residuos de la amalgama, no existe ningún dato registrado hasta 2013 por el UNEP. En los sistemas acuáticos se halla la forma más tóxica de mercurio: el metilmercurio u orgánico, el cual se acumula en los peces y mamíferos marinos que son consumidos por los seres humanos; adicionalmente, en el medio ambiente el mercurio inorgánico, no tóxico, y el elemental, menos tóxico, pueden ser transformados en metilmercurio. La mayor parte de la exposición considerada riesgosa para la salud humana por causa del mercurio proviene del consumo de alimentos, tales como peces marinos o de agua dulce. No ha sido publicada ninguna investigación de buena fé, auténtica y científica, que muestre algún vínculo válido entre la amalgama en la cavidad oral y cualquier enfermedad sistémica. Por lo tanto, con la prudencia necesaria, el buen sentido y dentro del conocimiento y los estudios pertinentes, puede continuarse con la enseñanza y la utilización de la amalgama dental en situaciones en que la estética no sea el factor preponderante, sin recelo de un posible efecto secundario.

Palabras clave: amalgama dental, restauración dental permanente, mercurio.



ABSTRACT

Many non governmental organizations, scientists, professors, physicians, dentists, lawyers and activists have been working tirelessly to legislate on the end of amalgam as a dental restorative material, their articles and opinions contribute to encourage the "third war" against amalgam. The UNEP concluded discussions on an international agreement, the Minamata Convention on Mercury, which aims to reduce the health impacts due to environmental impacts due to air pollution by mercury, and includes provisions dealing with various products containing this chemical element. Some of these products may be banned by 2020. Amalgam fillings were not affected by the ban, however, the treaty suggests some provision for gradual reduction of use of this material, but without requiring prohibitive measures or a term of banishment. According to the recent report of UNEP (2013), the largest anthropogenic sources (human activity) of environmental mercury contamination are associated with gold mining, burning of coal and cement, ferrous and nonferrous metals production. The amount of vapor released annually to atmosphere from cremation of amalgam does not reach 1%

of the total issued by other sectors of pollution. Regarding possible vapor caused by amalgam residues, there is no data recorded until 2013 by UNEP. In aquatic ecosystems the most toxic form of mercury, methylmercury or organic mercury, can be found, it can accumulate in fish and marine mammals that are consumed by humans, also in this environment the inorganic mercury (non-toxic) and the elemental mercury (less toxic) can be converted into methylmercury. The majority of human exposure to mercury that can bring health risks, occurs from the consumption of foods such as marine and/or freshwater fish. No good authentic research had been published in order to show a valid link between amalgam in the oral cavity and systemic disease. Thus, with the necessary caution, good sense and within the knowledge and based on relevant studies, the teaching and use of dental amalgam can continue in clinical cases in which aesthetics is not the predominant factor, without the fear of a possible side effect.

Descriptors: Dental amalgam, permanent dental restoration, mercury.

INTRODUCCIÓN

Diversas ONG (organizaciones no gubernamentales), la AIMOT (Academia Internacional de Medicina Oral y Toxicología) y el TAP (Programa de Asistencia Técnica), entre otras entidades, están desplegando toda suerte de esfuerzos a efecto de lograr que se legisle poniendo fin al uso de la amalgama como material restaurador odontológico. Además de dichas entidades, múltiples personas en todo el mundo han trabajado incansablemente para prohibir el uso del mercurio en las restauraciones dentales. Entre ellas: científicos, docentes, dentistas, médicos, activistas y abogados, cuyos artículos y opiniones contribuyen a incentivar la "tercera guerra" contra la amalgama. En Brasil están: el Dr. Olimpio Faissol Pinto, la Dra. Anita Vázquez Tibau⁴¹, el Prof. Alberto Consolaro y Tiago Novaes Pinheiro¹²; en el exterior: el Dr. Mats Hanson, Lars Friberg, Boyd Haley, Mats Merlim, Frtis Lorscheider, Vasken Aposhian, Murray Vimy, David Kennedy, Sam Ziff, Mark Geier, David Geler, Leo Cashman y otros profesionales.

¿Quién no recuerda los famosos simposios que, con más de 1,000 congresistas en la platea, se suscitaban en la década de 1980 durante los Congresos Internacionales de Rio de Janeiro, promovidos por la ABORJ; con debates científico-filosóficos entre los profesores Olímpio Faissol Pinto y Pedro Américo Machado Bastos, acerca de este discutible asunto: eliminar o no la amalgama como material restaurador? Amílca Vianna, Flavio Fava de Moraes, Paulo Padilha Sérgio, Charley Faial de Lira, Carlos Eduardo Francischone, Luiz Paulo Salgado y el autor principal de este trabajo, estuvieron allí curiosos, asistiendo y anotando, entre centenares de docentes de las áreas de Materiales Dentales y Operatoria Dental. Siempre fueron clases de cultura, con debates acalorados, pero, sobre todo, con respeto y sobre la base de opiniones honestas, verdaderas y siempre sustentadas en la ciencia. ¡Con certeza: venció la Odontología!

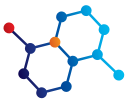
En enero de 2013, el Programa de las Naciones Unidas para el Ambiente^{42,43} (UNEP) concluyó sus debates acerca de un acuerdo que, tras cuatro años de negociaciones, fue firmado por 87 países y sellado oficialmente el 14 de octubre de 2013, en una reunión especial de los países miembros. Ese nuevo tratado internacional, denominado Convención de Minamata sobre el Mercurio, fue establecido en la ciudad de Minamata, Japón, lugar que indiscutiblemente fue afectado por uno de los peores desastres de salud pública ambiental relacionados con la contaminación por mercurio^{32,43}.

El tratado tiene como objetivo reducir los impactos ambientales significativos para la salud, provenientes de la contaminación atmosférica por mercurio, e incluye disposiciones acerca de la minería, la importación, la exportación, el almacenamiento y la gestión de residuos de productos que contienen mercurio.

Ciertos productos que contengan mercurio deberán ser prohibidos a partir de 2020, de acuerdo a lo establecido por el nuevo tratado internacional de Minamata^{27,32,43}. Las normas abarcan la producción y comercialización de pilas, cosméticos y lámparas fluorescentes, entre otros artículos.

La prohibición no alcanzó a las restauraciones de amalgama, sin embargo, el tratado establece algunas disposiciones acerca de la disminución gradual del controversial material odontológico, así como una recomendación para disminuir de modo progresivo y voluntario el uso de la amalgama dental, aunque sin exigir metas obligatorias para alcanzar ese objetivo.

En esencia, el nuevo tratado^{32,43} establece controles y al mismo tiempo medidas para reducir una serie de productos que contienen mercurio, cuya producción, exportación e importación deberá prohibirse hasta 2020. Estas incluyen:



- Baterías, excepto las de tipo botón que son usadas en relojes, celulares y dispositivos médicos implantables.
- Disyuntores y relés.
- Jabones y cosméticos.
- Ciertos tipos de lámparas fluorescentes compactas.
- Lámparas de vapor de mercurio con cátodo frío y lámparas de vapor de mercurio con electrodo externo.
- Ciertos tipos de dispositivos médicos no electrónicos, tales como termómetros y tensiómetros.
- Se aprobaron excepciones para algunos aparatos de gran dimensión que son empleados para realizar mediciones, para los que actualmente no existen sustitutos sin mercurio y
- Las vacunas que contienen mercurio a modo de preservante fueron excluidas del tratado, porque son productos que suele utilizarse en actividades religiosas o tradicionales. Por su parte, el TAP fue creado en gran parte como resultado de la Convención de Minamata del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente⁴³ (PNUMA y UNEP). Según se difundió en Brasil, el programa TAP exhorta a eliminar el mercurio en la contaminación ambiental, lo que incluye *workshops* educativos y apoyo interactivo para ayudar a todas las naciones a alcanzar una transición viable de la amalgama hacia alternativas más seguras. Del modo como fue divulgado recientemente en Rio de Janeiro, en los menos cautelosos quedó la impresión de que el mercurio metálico que forma parte de la amalgama es el único responsable de toda la contaminación mundial, no así las otras formas de mercurio (orgánico y elemental), las que, según el reciente reporte de la UNEP⁴², de 2013, en realidad constituyen la mayor proporción de las formas que se hallan en la atmósfera contaminada por estos elementos químicos.

El TAP fue lanzado en Rio de Janeiro mediante un *workshop* internacional presentado por el Dr. Blanche Grube, de Estados Unidos de Norteamérica y el Dr. Davis Warwick, de Canadá. La Asociación Brasileira de Odontología (ABO) parece haber sido el anfitrión de ese evento de dos días.

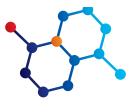
El autor principal de este trabajo tomó conocimiento de los textos impresos y de los insertados en las memorias USB, que fueron entregados gratuitamente a quienes participaron del evento, porque le fueron enviados gentilmente por el Prof. Amílcar W. Vianna. Inmediatamente después de la inauguración del encuentro en Rio de Janeiro, a inicios de julio de 2013, los representantes de IAOMT y TAP se reunieron con la diputada de Rio de Janeiro Dra. Aspásia Camargo, quien entró en acción inmediata y prometió una audición pública acerca de los peligros del mercurio. El 09 de agosto, no solo llevó a cabo una audición pública sino también propuso una ley, en el Estado de Rio de Janeiro, para que efectivamente se prohibiese los productos y los procesos que contengan mercurio. Ella se sintió obligada a tomar medidas antes de la firma oficial del tratado, según su percepción, debido a la urgencia y a los peligros que el mercurio provoca, no solo para los seres humanos, sino también para el medio ambiente. Según la revista *Tibau*⁴¹ (2013): "una región libre de mercurio dental, en una de las ciudades más importantes del mundo, hará de ella una ciudad modelo que será imitada en todo el mundo". La diputada participó activamente en ese proyecto piloto en Rio de

Janeiro, el que -en su opinión- es más adecuado que la larga historia de los esfuerzos de Olympo Faissol Pinto. De acuerdo con la activista⁴¹ "la prohibición del mercurio en Odontología se va a concretar en la mencionada ciudad, la primera de América Latina que seguirá las acciones emprendidas por países como Noruega, Dinamarca y Suecia, que ya prohibieron este material tóxico, junto con muchos otros países que están limitando significativamente el uso del mercurio en obturaciones dentales". Felizmente, la Odontología mundial, docentes, profesionales, asociaciones de clase, agremiaciones y demás organismos responsables, tales como la American Dental Association (ADA) y la Foods and Drugs Interactions (FDI), conocen muy bien las diferencias culturales, socioeconómicas, poblacionales y de salud bucal entre los citados países y los países emergentes, subdesarrollados o pobres; vale decir, la realidad clínica de salud bucal y el potencial de riesgo a las lesiones cariosas y periodontales de los pacientes de esos países europeos es significativamente menor.

El Ministerio del Medio Ambiente de Brasil (MMA), por medio de la Comisión Nacional de Seguridad Química (CONASQ), instituyó el grupo de trabajo sobre Mercurio (GT-Mercurio), cuyo objetivo es deliberar y proponer estrategias, directivas, programas, planes y acciones acerca del mercurio, y alcanzar sugerencias, en lo que fuese pertinente, para la participación brasileña en el marco de lo divulgado por el informe de la UNEP (2013)⁴² y de lo sugerido y solicitado por el tratado de Minamata⁴³. El GT-Mercurio, conforme al término de referencia actualizado en 2013, se congrega regularmente cada dos meses, desde el 8 de junio de 2011, fecha de su primera reunión. Las memorias de las sesiones, que se hallan bajo responsabilidad del Ministerio del Medio Ambiente, pueden ser solicitadas a la dirección electrónica gsq@mma.gov.br o al fax: 55 (61) 2028-2354.

Aún tras las iniciativas del MMA²⁹, la citada activista⁴¹ destacó que a inicios de 1990, durante el programa de televisión "60 minutos", los miembros de la Food and Drug Administration (FDA) y de la ADA, encargados de supervisar los materiales dentales, fueron acusados de estar vinculados con la industria. La ADA es una organización asociativa, como lo es el sindicato de camioneros, y no un órgano del gobierno, como algunas personas podrían pensar. Las personas que regulan la industria odontológica son dentistas y no científicos o toxicólogos, por lo tanto, desde el inicio carece de sentido poner en entredicho la objetividad acerca de la seguridad del producto o del paciente. Lo más significativo de la supervisión de la FDA es que las restauraciones que contienen mercurio tienen salvaguardas o derechos adquiridos, que generalmente son reconocidas como seguros, debido al "extenso lapso del uso de la amalgama".

Los responsables del programa TAP y quienes lo difunden deben entender y saber que la profesión odontológica tiene una tradición larga y de mucho orgullo en la adopción de técnicas que buscan mejorar la calidad de la atención al paciente, siempre con respaldo científico. Los principios y conceptos de Black⁸, que hicieron de la Odontología una ciencia a partir de 1908, permanecen inmutables más de un siglo, justamente porque siempre fueron sustentados por el análisis de laboratorio previo y por las observaciones clínicas diarias, con el fin de evaluar el comportamiento de los materiales y de los tratamientos realizados *in vivo*. Esto se ilustra claramente



también ahora por la evolución de la Odontología Estética y por las técnicas mínimamente invasivas actuales. Las contribuciones innovadoras de Michael G. Buonocore, Rafael Bowen, Ronald Goldstein, Richard Simonsen, Herald O. Heymann, de los EUA y, en Brasil, de Amílcar Vianna, Adair Stefanello Busatto, Carlos Eduardo Francischone, Luiz Clovis Cardoso Vieira, Luiz Narciso Baratieri, Paulo Padilha Sergio, Sylvio Monteiro Jr, Pedro Lório, Pedro Américo Machado Bastos, Narciso Garone Netto, Newton Fahl Jr, Sérgio Vieira, Wilson Garone Filho, entre otros, cambiaron para siempre el panorama de la Odontología Restauradora. Estos fueron y son, no solo dentistas o profesores, sino grandes y verdaderos científicos. Además, con relación a la amalgama dental, la Odontología siempre estableció metas y orientaciones para proteger al profesional, al personal auxiliar, a los pacientes y la gestión adecuada de sus residuos en instituciones educativas, hospitales y consultorios^{3,30}.

La importancia del Tratado de Minamata⁴³ no puede ser descuidada aún, pues Brasil tiene 203 facultades de Odontología, 251.951 dentistas y alrededor de 12 mil que se gradúan anualmente, para una población estimada en 200 millones de habitantes. De ahí la importancia de continuar con la formación profesional desde las instituciones educativas, para que el dentista manipule correctamente la amalgama dental.

Sabiendo que la amalgama dental no es uno de los principales contribuyentes con las emisiones atmosféricas de mercurio y, si reducimos significativamente el desperdicio de la amalgama con mejores prácticas de gestión de sus residuos; en realidad, este material no contribuyó, ni contribuirá en la demanda mundial, ni en la estimación de la contaminación atribuida a los tres tipos de mercurio^{1,2,3,41,42}. De todos modos, la clase odontológica, con sus representantes en todos los niveles de actuación, tiene un papel importante que desempeñar, con buen tino y amplio criterio, al analizar con profundidad las recomendaciones para concretar los objetivos de este y otros tratados.

Por lo expuesto hasta aquí, ¿qué opciones tenemos para reducir el uso de la amalgama en Odontología? ¿Qué innovaciones deben producirse en la ciencia de los materiales para que, más allá de los límites de la Odontología actual, se creen nuevas clases de materiales que estén dotados de mejores propiedades físicas, químicas y biológicas concomitantes válidas para los tres sustratos diferentes del diente (cada uno de ellos con sus distintas propiedades), como son el esmalte dental, la dentina y el cemento dental?

Diversas innovaciones en la ciencia de los materiales odontológicos dieron lugar a nuevos productos y nuevas clases de materiales, que ofrecen propiedades físicas adecuadas y mejoradas^{17,32,33,34}. Empero, ¿son valiosas tales innovaciones para la odontología restauradora? Un desafío intrínseco en el abordaje de este asunto es la claridad de la manera en que es capaz desde restaurar forma, función y sellar la estructura dental remanente, hasta curar definitivamente el diente, regenerando las estructuras naturales^{32,33,34}.

Una vez determinado y logrado eso, queda una situación imponderable: cómo prever con precisión la vida clínica de las restauraciones.

Las propiedades físicas son pasibles de ser probadas directamente de manera fácil y simple^{5,6} en "simulaciones de laboratorio", no así los aspectos del comportamiento clínico, tales como reacciones alérgicas, potenciales de toxicidad sistémica, cuestiones emocionales, variaciones del operador (fallas o errores).

Es importante resaltar nuevamente, aquí en la introducción, que la norma negociada en el tratado^{32,43} relacionada al uso de restauraciones de amalgama con mercurio, es un aspecto que globalmente se mantiene controversial durante muchas décadas. Aún cuando el uso de la amalgama dental es generalizado y tiene muchos beneficios, durante la Convención de Minamata^{32,43} surgieron dudas acerca de su potencial de riesgo para la salud humana, así como eventuales daños por emisiones ambientales debido a una gestión inadecuada de sus residuos. Sin embargo, la Convención de Minamata^{27,32,43} abordó estos temas, apuntando hacia una disminución voluntaria del uso de la amalgama dental y al compromiso de observar medidas adecuadas en su aplicación, sin llegar a exigir metas que obliguen o impidan alcanzar dichos objetivos.

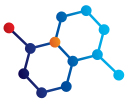
En respuesta, tanto en Brasil como en la comunidad internacional, podríamos comenzar a explorar las formas de fortalecer la aplicación de las disposiciones del tratado en lo concerniente al mercurio metálico de la amalgama dental, estableciendo, si fuese el caso, nuevas metas de protección para el profesional, personal auxiliar, pacientes, gestión más adecuada de sus residuos en clínicas docentes, hospitales, consultorios y, además, la disminución voluntaria, por motivos estéticos, con buen criterio y sabiduría; asimismo, el desarrollo de mecanismos de financiamiento para apoyar las medidas del tratado que cuidan la contaminación ambiental por el mercurio elemental y orgánico. Apoyando la convención, los interesados pueden garantizar el acceso equitativo al tratamiento global de la salud pública y al mismo tiempo promover la gestión ambiental responsable para los demás tipos de mercurio.

Es cuanto pretendemos exponer a continuación, así como explicar y orientar a todos los interesados de la mejor forma posible, sin radicalismo o nostalgia, sino honestamente, con base en la literatura científica especializada y seria, la experiencia y los conocimientos que adquirimos con nuestros profesores, asesores, profesionales, colegas y alumnos de todos los niveles.

REVISIÓN DE LA LITERATURA:

Mercurio^{3,29,42,43}:

El mercurio (Hg) usado en la amalgama es un metal en estado líquido a la temperatura ambiental, es plateado, brillante y se volatiliza fácilmente en la atmósfera cuando se incrementa la temperatura, originando vapores de mercurio (forma elemental). El mercurio es un metal que se halla naturalmente en la corteza terrestre; esto es, en el aire, en el suelo y en el agua. Este elemento adopta diversas formas químicas, que pueden ser divididas en las siguientes categorías: mercurio metálico o inorgánico (Hg), elemental (vapor de mercurio) y mercurio orgánico, ligado a radicales de carbono como metilmercurio y etilmercurio.



El mineral más importante que contiene mercurio es el cinabrio, cuyas principales reservas están en España (minas de Almadén), Rusia, México y Argelia.

El mercurio puede estar asociado con hidrocarburos gaseosos y líquidos (petróleo, betunes) y también con yacimientos de carbono mineral. En los depósitos volcánicos, cuando hay disponibilidad de azufre, puede precipitar como sulfato de mercurio (HgS), que es cinabrio de color rojo vivo (color púrpura).

El mercurio²³ se obtiene quemando el cinabrio, que es el método económicamente justificable. Éste consiste en quemar sulfatos haciéndolos pasar a través de una corriente de aire caliente rico en oxígeno, lo que permite obtener como producto final el metal y el monóxido de carbono.

Para ello el mineral HgS es triturado y separado de los otros minerales y concentrado por sedimentación, pues tiene una densidad muy alta (8,1 g/cm³). El vapor de mercurio formado es condensado y el SO₂ es usado en la fabricación de ácido sulfúrico (H₂SO₄).

En esta reacción, el azufre del mineral se oxida a SO₂ y el metal libre es conducido a grandes condensadores metálicos refrigerados con agua.



El mercurio obtenido de esta manera puede contener pequeñas cantidades de otros metales disueltos en él, principalmente plomo, zinc y cadmio. Por su parte, el mercurio puro puede obtenerse pasando aire a través del metal calentado a 250°C. En esta condición, los metales disueltos son convertidos en óxidos, que flotan en la superficie y en tal condición pueden ser fácilmente eliminados por:

- 1) Remoción mecánica de la superficie;
- 2) Tratamiento con ácido nítrico (HNO₃) diluido que disuelve los óxidos;
- 3) Destilación: el mercurio puede ser separado de los demás metales y de sus óxidos.

Los puntos de ebullición son: Pb 1.751°C, Zn 908°C, Cd 765°C y Hg 375°C.

De otro lado, los vapores de mercurio son incoloros e inodoros, y se forman en mayor cantidad a medida que aumenta la temperatura. Las emisiones atmosféricas son las principales fuentes de contaminación ambiental, seguidas por la contaminación del agua y del suelo resultante de la disposición inadecuada de efluentes y residuos industriales. Una vez liberado, el vapor de mercurio permanece en el medio ambiente, circulando en el aire, el agua, el sedimento, el suelo y la biota, adoptando diversas formas químicas. La mayoría de las emisiones hacia el aire son en forma de mercurio elemental, que es mucho más estable, pudiendo permanecer en la atmósfera durante meses e incluso años, lo que hace posible su transporte a través de largas distancias alrededor del globo. El vapor de mercurio presente en la atmósfera puede depositarse o convertirse en la forma soluble, retornando a la superficie terrestre a través del agua de la lluvia.

A partir de ahí, pueden obrarse dos importantes cambios químicos: el metal puede ser convertido nuevamente en vapor de mercurio y retornar a la atmósfera, o puede ser "metilado" por los microorganismos presentes en los sedimentos del agua, transformándose en metilmercurio o mercurio orgánico altamente tóxico.

El mercurio orgánico aún se emplea como preservante de vacunas, en cosméticos y jabones aclaradores y en forma de agrotóxicos y pesticidas. Estos usos están prohibidos en Brasil, permitiéndose el uso del mercurio únicamente como antiséptico (merthiolato) y en la forma de timerosal (etilmercurio tiosalicilato de sodio) como conservante de algunas vacunas.

La principal forma en que la población humana es expuesta al mercurio es a través de la dieta, particularmente mediante el consumo de pescados contaminados por metilmercurio. También se observan niveles altos de mercurio orgánico en determinadas actividades industriales, tales como: fábricas de cloro-soda, extracción de minerales de oro, minas de mercurio, fábricas y recicladoras de lámparas fluorescentes, fábricas de termómetros, refineras y fábricas de pilas, siendo éstas las principales vías de exposición ocupacional. Se puede incluir también en esta lista los ambientes clínicos, ambulatorios y consultorios, que no guardan el mínimo cuidado al manipular la amalgama dental (deficiencias en la preparación y en la inserción, así como al descartar sus residuos).

La amalgama dental, cada vez menos usada por razones estéticas, está constituida por una mezcla de metales, generalmente en proporciones de 50% mercurio metálico, 35% plata, 9% estaño, 6% cobre y vestigios de zinc. De este modo, es insertada en las cavidades preparadas para eliminar caries en los dientes y adquiere una estructura sólida en 30 minutos. En este caso, la exposición al mercurio se debe a la liberación de pequeñas partículas de la amalgama por procesos comunes como la corrosión, la masticación y la fragmentación. Este mercurio puede ser inhalado como vapor de mercurio o deglutido tras ser disuelto en la saliva. Sin embargo, no ha llegado a probarse ningún efecto adverso para la salud que provenga de las amalgamas, habiéndose encontrado solo aislados casos de alergia ^{1,2,3,16,36,38}.

Con respecto de los intentos de prohibición del uso de la amalgama dental debido al propalado efecto tóxico del mercurio, el dentista siempre debe tener presente los asuntos que se presentan a continuación, en la presente publicación, a efecto de poder aclarar a los pacientes y a la comunidad:

I Toda amalgama dental es comúnmente llamada restauración de plata. Este material posee varios componentes metálicos, tales como plata, cobre, estaño y zinc, así como mercurio. El mercurio es necesario para unir químicamente estos componentes y formar un material restaurador estable. Cuando el mercurio se combina con estos metales, se vuelve una sustancia inactiva ^{1,2,3}. Bajo presión vigorosa, durante la masticación, pueden liberarse mínimas cantidades de vapor de mercurio; sin embargo, no existe ningún indicio o prueba científica que pueda asociar estas pequeñas cantidades de vapor de mercurio con algún problema de salud ^{3,16,29}.



2 Sobre la base de experiencias clínicas y científicas de cerca de 150 años, puede afirmarse que la amalgama es inocua para el paciente. Son rarísimos los casos de pacientes que son sensibles al mercurio o a otros componentes de la amalgama^{2,3}. Contiguos a las restauraciones de amalgama, eventualmente pueden aparecer pequeños "tatuajes" o, más raramente, reacciones liquenoides en la mucosa oral, que son semejantes a las que se presentan próximas a cualquier otro tipo de restauraciones ásperas inadecuadamente acabadas y pulidas.

3 Existen tres formas de mercurio en la naturaleza: inorgánico, orgánico y elemental^{3,29,42}. El mercurio presente en la amalgama es el inorgánico o metálico, por ello, su absorción por el intestino es deficiente y cuando eventualmente llega a ser absorbido, la mayor parte tiende a permanecer en ese estado hasta su excreción por la orina³⁶. Estos compuestos son totalmente diferentes al mercurio orgánico, que es altamente tóxico y se halla presente en los peces y los mariscos de agua contaminada y en varios pesticidas y herbicidas^{29,42}. En esta forma es ápidamente absorbido por el organismo.

La forma elemental posee una alta presión de vapor y es clasificada como un contaminante industrial y no ambiental. La presión de vapor de mercurio aumenta rápidamente con el aumento de la temperatura. Cuanto más alta sea la temperatura, mayor será la evaporación. El mercurio elemental resulta de la formación de vapores especialmente en las industrias que usan, liberan o emiten mercurio (como sucede en los sectores de producción de energía a partir del carbón, minería, plantas o fábricas de cemento y producción de soda cáustica), debido al inadecuado control y manipulación del proceso industrial.

4 El mercurio puede penetrar en el organismo en la forma elemental, inorgánica u orgánica. La principal vía de absorción del mercurio elemental es el tracto respiratorio, sin embargo, el vapor de mercurio que podría penetrar en el organismo por inhalación es rápidamente oxidado. Tal oxidación rápida determina que los iones de mercurio sean inmediatamente absorbidos y después excretados por el organismo. Solamente la exposición a grandes cantidades de vapores de mercurio (accidentes de trabajo) podrá ocasionar un estado de intoxicación.

El mercurio inorgánico es la forma oxidada del mercurio elemental, la cual es muy poco absorbida por animales o plantas. El mercurio orgánico es considerado un contaminante, cuya absorción por el tracto gastrointestinal alcanza un 95%^{3,36}.

5 El organismo es incapaz de transformar grandes cantidades de mercurio inorgánico de la amalgama en orgánico, que es tóxico³. Las investigaciones citadas por la ADA³ (1998) concluyeron que la biotransformación del mercurio inorgánico en orgánico no ocurre in vivo.

La cantidad de mercurio que el organismo absorbe a partir de una restauración de amalgama es muy pequeña (3,78 µg/l en el primer día de colocación, disminuyendo a 0,32 µg/l en el quinto día), con respecto a la que se absorbe a través de los alimentos (Tabla 1).

Tabla 1: Contenido de mercurio en los alimentos (ug/l)²¹

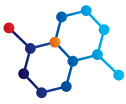
ALIMENTOS	NORMAL	ANORMAL
ATÚN	200	10.000
HUEVOS	10-20	30
CARNE	0-20	50
CEREALES, TRIGO	3	20
VEGETALES, FRUTAS	7	50

6 El problema de contaminación mercurial debe centrarse como un riesgo para los profesionales odontológicos únicamente por medio de la contaminación del ambiente de trabajo y por la manipulación inadecuada del material. Los cuidados con la manipulación y gestión de los residuos eliminan los riesgos de contaminación del dentista y del ambiente^{3,29}. Conviene resaltar y alertar que el mayor riesgo de contaminación profesional para los dentistas se da en realidad vía enfermedades infecciosas como la hepatitis B y el SIDA.

Una importante investigación in vivo fue llevada a cabo por Skoner y colaboradores³⁸ (1996) del Departamento de Farmacología – Toxicología de la Universidad de Duquesne (Pittsburg, Pennsylvania, EUA), para determinar si el nivel de mercurio en sangre puede elevarse por causa de la amalgama que suele emplearse en obturaciones retrógradas en cirugías paraendodóncicas. Se obtuvieron muestras de sangre de diez individuos 7 días antes, inmediatamente antes de la cirugía e inserción de la amalgama por vía retrógrada; y después, a los 7 y 30 días del período postoperatorio. Para determinar el contenido de mercurio, se analizaron las muestras de sangre mediante espectrofotometría de absorción atómica – vapor frío. No se detectó ningún aumento estadísticamente significativo en los niveles de mercurio en la sangre al cabo de 7 y 30 días de haber insertado la amalgama por vía retrógrada, en relación a los niveles preoperatorios (p=0,97). Los resultados comprobaron la hipótesis de que la colocación de amalgama por vía retrógrada no aumenta significativamente los niveles de mercurio en sangre.

7 La resolución de la ADA³ (1998), aprobada por el Concejo Científico de la ADA en enero de 1998 y publicada en abril del mismo año, fue preparada por los doctores: Yuming Li, Profesor del Departamento de Odontología Restauradora de la Facultad de Odontología de Loma Linda (California, EUA); Chakwan Siew, PhD, Director del Departamento de Toxicología, Concejo Científico de la ADA; y Brian G. Shearer, PhD, Director del Departamento de Información y Política, Concejo Científico de la ADA.

- Miles de personas ostentan restauraciones de amalgama en sus



bocas y otras tantas continuarán recibiendo amalgama para restaurar sus dientes cariados.

- A lo largo del tiempo, se ha utilizado la amalgama como material restaurador sin haberse observado indicios o pruebas de haber ocasionado problemas serios de salud. Técnicas recientemente desarrolladas han demostrado que a partir de las restauraciones de amalgama se liberan niveles mínimos de mercurio; sin embargo, no existen reportes que muestren consecuencias producidas en la salud por la exposición a niveles tan bajos de liberación de mercurio de las restauraciones de amalgama.
- Con base en las informaciones científicas disponibles y considerando los beneficios demostrados por las amalgamas dentales, a no ser que se publicaran nuevas investigaciones mostrando lo contrario, no existe justificación para discontinuar el uso de las amalgamas dentales.
- Se exhorta realizar investigaciones cuidadosamente proyectadas para investigar los potenciales efectos biológicos resultantes de la exposición a bajos niveles de mercurio de las restauraciones de amalgama.
- El Concejo Científico de la ADA³ (1998) continuará revisando y evaluando los datos científicos relacionados con la seguridad de las amalgamas y, basándose en una ciencia sana, realizará recomendaciones a los profesionales.

8 La vuelta de la amalgama:

Los investigadores^{4,7,13,22,44} concluyeron que, aparentemente, la amalgama no era tan perjudicial como su fama. Una vez más la literatura de salud puso el dedo en la llaga; esta vez, a través del médico Ben Goldacre¹⁰, columnista del periódico británico "The Guardian", quién mediante sus artículos publicados en la sección "Bad Science" (Mala Ciencia), prácticamente destruyó las múltiples leyendas carentes de juicio científico o empíricas que se propagan como virus por los medios de comunicación. Recientemente, inicio la rehabilitación del vilipendiado mercurio dental. Para dirimir la cuestión, Goldacre destacó los primeros estudios publicados, en los que se usó una metodología consagrada en Medicina y Odontología, basada en sustento científico. El primero de ellos, de De Rouen y colaboradores¹³ (2006), fue publicado en la edición del 19 de abril de 2006 de la JAMA, respetada revista médica de la Asociación Médica Americana.

El estudio incluyó 534 niños, de 6 a 10 años de edad, que fueron atendidos en clínicas dentales de la región de Boston. Se distribuyó aleatoriamente a los niños en dos grupos de 267 y se les realizó restauraciones dentales: a los de un grupo con amalgama, y a los del segundo con materiales exentos de mercurio. Se realizaron controles durante un período mínimo de 5 años, a efecto de poder observar eventuales diferencias en sus funciones neurológicas y renales. Al finalizar el trabajo, se concluyó que los niños no mostraron cambios estadísticamente significativos en su desempeño en los test de razonamiento, memoria, visión, ni en el funcionamiento renal. Los autores concluyeron que "estos resultados sugieren que los efectos sobre la salud de las restauraciones con amalgama en niños no deben ser la base para la toma de decisiones terapéuticas al seleccionar el material de restauraciones dentales".

9 Documento de orientación del USFDA (United States Food and

Drug Administration) sobre la amalgama dental, mercurio y aleaciones para amalgama¹⁶.

La FDA¹⁶ (2009) recomienda que las instrucciones o informaciones de los fabricantes de mercurio y aleaciones para amalgama dental incluyan la siguiente declaración concerniente a los usos de dichos productos, y asimismo que los profesionales tomen en cuenta esta información al indicarla para el tratamiento de sus pacientes:

- "La amalgama dental ha demostrado ser un material restaurador eficaz que brinda beneficios en cuanto a resistencia, integridad marginal y durabilidad adecuada en superficies oclusales amplias",
- La amalgama dental, además, libera baja cuantía de vapor de mercurio, una sustancia química que, en alto nivel de exposición, puede causar efectos adversos a la salud neurológica y renal.
- Los estudios clínicos no han establecido ningún nexo de causalidad entre la amalgama dental y los efectos adversos en la salud de adultos y niños de seis años de edad o más. Además, las investigaciones clínicas efectuadas en niños de dichas edades, no encontraron lesión neurológica o renal asociado con el uso de la amalgama^{4,7,22,44}.
- El desarrollo del sistema neurológico en fetos y en niños pequeños es más sensible a los efectos neurotóxicos del vapor de mercurio. Con respecto a la salud de las mujeres embarazadas y a sus fetos en el desarrollo y, asimismo, a los niños menores de seis años de edad, incluyendo lactantes; las informaciones clínicas son muy limitadas o no están disponibles^{4,7,24,44}.
- La Agencia de Sustancias Tóxicas y Registro de Enfermedades (ATSDR) y la Agencia de Protección Ambiental (APA) establecieron niveles de exposición al vapor de mercurio, cuya observación contribuye a proteger altamente contra los efectos adversos para la salud, incluso en las sub-poblaciones sensibles, tales como: las mujeres embarazadas y el desarrollo de sus fetos, los bebés alimentados con leche materna y los niños menores de seis años^{4,7,22,44}. Sin embargo, el exceder esos niveles no significa, necesariamente, que ocurrirán los efectos adversos;
- La FDA¹⁶ (2009) concluyó que los estudios científicos basados en métodos sumamente confiables, mostraron que la amalgama dental expone a los adultos al vapor de mercurio elemental en una cuantía baja o aproximadamente equivalente a los niveles de protección de exposición identificados por la ASTRD y APA. Con base en estos resultados y datos clínicos, la FDA¹⁶ concluyó que la exposición al vapor de mercurio de la amalgama dental no pone en riesgo a los individuos de seis años de edad o más, de ser afectados por efectos adversos a su salud asociados a ese vapor.

Teniendo en cuenta factores como el número y el tamaño de los dientes, los volúmenes y los ritmos respiratorios, la FDA¹⁶ infirió que la dosis diaria de mercurio en niños menores de seis años de edad con amalgamas dentales es menor que la dosis estimada para adultos. Las exposiciones para los niños serían, por lo tanto, menores que los niveles de protección de exposición identificados por la ASTRD y la APA. Adicionalmente, la concentración estimada de mercurio en la leche materna atribuible a la amalgama dental es en orden y magnitud inferior a la dosis de referencia de protección del EPA para la exposición oral de mercurio inorgánico. La FDA¹⁶ con-



cluyó que los datos existentes apoyan los hallazgos de que la salud de los niños no está en riesgo, frente a eventuales efectos adversos derivados de la leche materna de mujeres expuestas a vapores de mercurio de la amalgama dental.

10 Documento/informe técnico de control y evaluación global sobre el mercurio, elaborado por la United Nations Environment Programme⁴² (UNEP), titulado "Global Atmospheric Mercury Assessment 2013: sources, emissions and environmental transport".

Es conveniente resaltar que este reporte técnico elaborado, desarrollado y publicado por el UNEP⁴² (2013), fue emitido en respuesta a la decisión 25.5 N° 36 del Consejo de Administración del Programa del Medio Ambiente de las Naciones Unidas (PNUMA), el que en 2009 solicitó al Director Ejecutivo actualizar el informe anterior de 2008, después de consultar a los gobiernos interesados.

El reporte actual⁴², provee informaciones recientes acerca de las emisiones de mercurio en la atmósfera y el que se libera en todo el mundo hacia el ambiente acuático, así como el transporte y destino de este mercurio en el ambiente global. El informe enfatiza las emisiones hacia la atmósfera a partir de actividades humanas (antropogénicas), así como la liberación hacia el ambiente acuático, porque constituye la principal vía de exposición para los seres humanos y animales salvajes. En los sistemas acuáticos se encuentra la forma más tóxica del mercurio, o metilmercurio u orgánico (que puede acumularse en los peces y mamíferos marinos que son consumidos por los seres humanos), y en donde el inorgánico no tóxico y el elemental menos tóxico son transformados en metilmercurio (mercurio orgánico).

Este reporte⁴² afirma que la actividad humana, especialmente la minería y la quema de carbón, ha aumentado la movilización de mercurio en el ambiente, elevando sus valores en la atmósfera, suelos, agua dulce y océanos. La mayoría de estas emisiones y liberaciones de mercurio, que data a partir de 1800, resulta de la actividad humana asociada a la revolución industrial basada en la quema de carbón y la fundición de minerales de metales comunes y oro en diversas partes del mundo. La mayor parte de la exposición humana al mercurio que es riesgosa para la salud, se deriva del consumo de alimentos marinos. Algunos sistemas de agua dulce, sin embargo, son importantes fuentes de peces para el consumo humano, especialmente para la subsistencia y la pesca recreativa de los pueblos indígenas. La minería artesanal de oro en pequeña escala (ASGM) también puede afectar a las comunidades, por el consumo del agua potable por los peces, cuando los ríos son contaminados por los lanzamientos locales.

En suma, las principales conclusiones de evaluación global de mercurio emitidas por la UNEP⁴² (2013), que se relacionan con este texto fueron:

- **En la atmósfera:**

Las principales fuentes antropogénicas están asociadas a la ASGM y a la quema de carbón, que conjuntamente responden por el 62% del total de emisiones antropogénicas anuales hacia la at-

mosfera (Grafico 1)⁴². Otros grandes sectores incluyen la producción de cemento, metales ferrosos y no ferrosos.

El este y sudeste asiático son responsables de cerca del 40% de las emisiones globales antropogénicas. Alrededor del 75% del mercurio de esta región proviene de China: casi un tercio del total general. Las emisiones antropogénicas a lo largo del tiempo han aumentado la carga del mercurio presente en el medio ambiente. Eso conlleva tasas más altas de re-emisión y, por lo tanto, asimismo un retraso de años o décadas entre la reducción de emisión y los niveles de mercurio más bajos en la cadena alimentaria, incluidas las vías de exposición humana.

Según el informe del UNEP⁴² (2013), existen muchas dudas en los cálculos globales acerca de las emisiones de mercurio hacia el aire atmosférico. Emisiones potencialmente importantes, además de las emitidas por las industrias, no llegaron a ser cuantificadas aún en el informe de emisiones del UNEP⁴² (2013). Tales emisiones incluyen el uso del mercurio en la producción de monómero de cloruro de vinilo (PVC); extracción y producción de metales secundarios, petróleo y gas; transporte, procesamiento e incineración de residuos industriales peligrosos; incineración de yodo de desague y manipulación y remoción de "obturaciones dentales".

- **En los ambientes acuáticos:**

Los procesos naturales en los sistemas acuáticos convierten los mercurios elemental y orgánico en metilmercurio (orgánico), que es mucho más tóxico. El metilmercurio se concentra y acumula en la cadena alimentaria, ocasionando altas concentraciones en algunas especies de mariscos y peces que ingieren muchas personas.

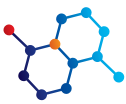
Adicionalmente, los lanzamientos antropogénicos de mercurio hacia los ambientes acuáticos contribuyen para que centenas de toneladas sean recicladas hacia el ambiente.

Es importante resaltar que el depósito atmosférico continúa siendo la entrada más importante de mercurio en la tierra y en los océanos, puesto que en muchos compartimentos ambientales la cantidad de mercurio se duplicó o triplicó desde el inicio de la Era Industrial.

Hoy, las concentraciones de mercurio en animales marinos son entre 10 a 12 veces más que en tiempos preindustriales, vale decir, antes de 1800. Esto significa que cerca de 92% del mercurio contenido en los depredadores marinos, tales como aves marinas, focas y ballenas, es de origen antropogénico.

Igualmente, la respuesta en las concentraciones de agua del mar será lenta especialmente debido a los cambios en las entradas de mercurio por el depósito atmosférico y el aforo de los ríos. Como resultado, las concentraciones de mercurio en la biota marina son susceptibles de aumentar lentamente durante décadas, e incluso siglos, aún sin elevar las emisiones atmosféricas.

Se estima que los ecosistemas de agua dulce, el depósito atmosférico y la removilización de suelos tienden a retardar la reducción de



los niveles de mercurio, aún en regiones en que las concentraciones atmosféricas han disminuido por el control de las emisiones. Por otro lado, el aumento de las emisiones atmosféricas, a largo plazo, provocan efectos en la pesca comercial y consecuencias para todos los consumidores de alimentos marinos o de agua dulce.

De esta forma, es probable que demande años o décadas para que las medidas de reducción de emisiones y lanzamientos en las versiones antropogénicas de mercurio tengan un efecto demostrable sobre los niveles de mercurio, en todo el medio ambiente y en los peces y mamíferos marinos que forman parte de la cadena alimentaria humana.

Esto, según el reporte de UNEP42 (2013), solo refuerza la necesidad de actuar inmediatamente para continuar y para fortalecer los esfuerzos internacionales orientados a reducir las emisiones y los lanzamientos de mercurio. El retraso en la ejecución de estas acciones llevará, en el futuro, a una inevitable y mucho más lenta recuperación de los ecosistemas de todo el mundo, que han sido contaminados por el mercurio, dejando un legado de contaminación aún mayor para las generaciones futuras.

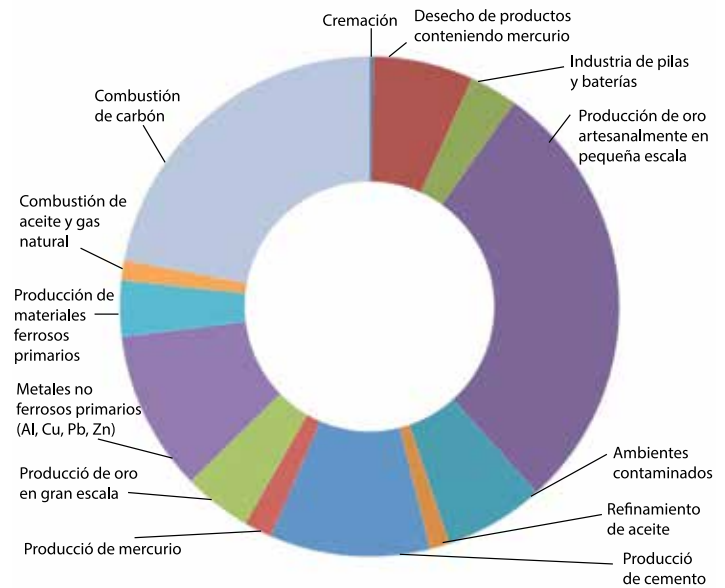
COMENTARIOS ACERCA DE RESOLUCIONES/TRATADOS Y ORIENTACIONES PERTINENTES

La mayoría de nosotros ha leído y conoce la literatura citada por esas entidades que insinúan que ha concluido la era del uso de la amalgama de plata en la Odontología. Lamentablemente, incluso profesionales y docentes brasileños¹² y de otros países abrazaron y apoyaron esos tratados y manifestaciones, sin realizar un análisis profundo y una interpretación adecuada de su contenido. El análisis, aunque superficial de los argumentos presentados, parece poco válido. Por ejemplo, ellos se refieren a la cantidad de miligramos de mercurio que pueden evaporarse de la superficie oclusal de una amalgama durante la función. También discuten acerca del incremento concomitante de mercurio en la sangre y la orina cuando se instalan amalgamas y la subsecuente reducción de ese nivel cuando son retiradas. Asimismo, se centran en la contaminación atmosférica resultante de la cremación de personas con restauraciones de amalgama.

De acuerdo con el reporte del UNEP42 (2013), la cantidad anual mundial de vapor que es liberado hacia la atmósfera por cremación, no alcanza al 1% del total emitido por los demás sectores contaminantes. Con relación a los posibles vapores provocados por residuos de amalgama, no existe ningún dato registrado hasta 2013.

Incluso, según el UNEP42 (2013), anualmente se usan en Odontología aproximadamente 340 toneladas de mercurio. De ellas, 70 a 100 toneladas (es decir, 20 a 30%) probablemente ingresan en la corriente de residuos sólidos⁴², sin registrar cambios en los vapores de mercurio. Esto sucede debido a la falta de monitoreo de las incineraciones del fango de los desagües, del contenido de los contenedores encontrados con desechos peligrosos y de los posibles

residuos de sobras o de restauraciones de amalgama que son retiradas, como sucede únicamente en Alemania. Sin este monitoreo por los demás países, es difícil para el UNEP, o cualquier entidad, estimar la cantidad de vapor de mercurio que los residuos de amalgama originan a nivel mundial. Según el Gráfico 1, ese dato no existe o, quien sabe, sería incluso insignificante.



Estimación de emisiones de mercurio a la atmósfera por las actividades humanas (Antropogénica) 2010

Gráfico N1.- Gráfico elaborado y divulgado por el UNEP42 (2013) que muestra la estimativa de emisión de mercurio en la atmósfera en escala proporcional de contaminación. Nótese que la cremación contribuye con menos del 1% de esa emisión, sin constar ninguna emisión relacionada a los residuos de amalgama dental.

Por ejemplo, también en la producción de PVC, aún falta información acerca del ciclo de vida y destino final del catalizador de mercurio. La mayor parte de esta producción se lleva a cabo en China, en donde la industria utilizó alrededor de 800 toneladas de mercurio en 2012. El catalizador de mercurio utilizado es reciclado y reutilizado por las empresas que tienen licencia para manejar residuos peligrosos. Las cantidades que se emiten o liberan son también desconocidas.

Todo esto nos lleva a pensar, e incluso a afirmar, que los argumentos utilizados por dichas entidades y por las personas que abogan por dar fin al uso de la amalgama dental, por razones ambientales o de salud y no por razones estéticas, están equivocadas o mal informadas, ya que no hay datos, comprobaciones o fundamento científico actual que demuestre o corrobore sus afirmaciones.

El Consejo Científico de la ADA³ (1998), la USFDA¹⁶ (2009) y Leinfelder²⁴ (2004), entre otros, después de analizar los documentos, artículos y manuscritos acerca de los peligros potenciales de la amalgama, llegaron a la conclusión de que ninguna investigación de buena fe, auténtica y científica, que haya sido publicada, ha demostrado algún vínculo válido entre la amalgama de la cavidad bucal y las enfermedades sistémicas.

Los resultados, publicados recientemente, de un estudio realizado por investigadores de la Universidad de Michigan³⁶ en poblaciones



que consumen pescado, sugieren que las pruebas de concentración de mercurio en la orina sobreestiman significativamente la exposición al mercurio de la amalgama dental. A través de un nuevo test con isótopos de mercurio, dichos investigadores estadounidenses han encontrado que en personas con restauraciones de amalgama, los niveles de mercurio en la orina, se derivan principalmente de la dieta. El mencionado estudio midió los isótopos de mercurio y las variaciones de ese elemento en el cabello y en la orina de 12 odontólogos de Michigan, habiendo encontrado que la orina contiene una mezcla de mercurio a partir de dos fuentes: el consumo de pescado que contiene mercurio orgánico y el vapor de mercurio inorgánico de las propias restauraciones de amalgama de los dentistas. Se estima que el 70% del elemento en la orina de los individuos que poseen hasta diez amalgamas en la boca fueron derivados de la ingesta de pescado. "Estos resultados desafían la suposición común de que el mercurio en la orina procede totalmente del vapor de mercurio inhalado"³⁶.

Cerca de 80% del vapor de mercurio inhalado es absorbido por la corriente sanguínea en los pulmones y transportado a los riñones, de donde es excretado por la orina. Por ser el mercurio que se encuentra en la orina casi totalmente inorgánico, la concentración total de mercurio en la orina generalmente es usada como indicador o biomarcador de la exposición al mercurio inorgánico de las amalgamas dentarias. Sin embargo, la investigación de Sherman et al³⁶ (2003) reveló que la orina contiene una mezcla de mercurio inorgánico a partir de las amalgamas dentarias y del metilmercurio de los peces que sufre una especie de descomposición química en el cuerpo, llamada desmetilación. El mercurio desmetilado del pescado contribuye significativamente con el contenido de mercurio inorgánico en la orina. Un fenómeno natural llamado fraccionamiento isotópico sirve para distinguir entre los dos tipos de mercurio. Todos los átomos de un elemento particular contienen el mismo número de protones en sus núcleos, pero un determinado elemento puede tener diversas formas, conocidas como isótopos, cada uno con un diferente número de neutrones en su núcleo.

El mercurio tiene siete isótopos estables no radioactivos. Durante el fraccionamiento isotópico, los diferentes isótopos de mercurio reaccionan formando nuevos compuestos con valores ligeramente diferentes. Sherman et al³⁶ (2003) se basaron en un tipo de fraccionamiento isotópico, llamado fraccionamiento de masa independiente, para obtener las huellas químicas que les permitió distinguir entre la exposición al metilmercurio de los peces y la proveniente del vapor de mercurio de las amalgamas dentales. Demostraron que los isótopos de mercurio se pueden utilizar para evaluar con mayor precisión la exposición humana al mercurio metálico y sus respectivos riesgos para la salud en lugar de las mediciones tradicionales de las concentraciones del mercurio en muestras de cabello y orina. Específicamente, los isótopos brindan un nuevo indicador químico que puede usarse para la "huella digital" del mercurio orgánico a partir de peces, y del vapor de mercurio inorgánico de las amalgamas dentales.

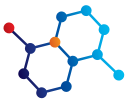
Los gobiernos tienen ahora tres años para desarrollar e implementar estrategias nacionales destinadas a reducir o eliminar la producción y el uso industrial de esa sustancia en las formas orgánica y elemental.

Asimismo, deberá controlarse la emisión de mercurio procedente de plantas industriales de gran escala y de la minería de oro en pequeña escala, que son las principales fuentes de contaminación de mercurio en todo el mundo.

Las asociaciones odontológicas reaccionaron positivamente a la decisión del tratado, puesto que permitirá utilizar aún la amalgama como material restaurador dentario durante los próximos años²⁰. El Dr. Stuart Johnston, de la British Dental Association, quien participó en las negociaciones en representación de la FDI (World Dental Federation), comentó: "Estamos muy satisfechos de que la Convención de Minamata permita a la profesión odontológica continuar accediendo a un material restaurador clave. La amalgama dental es segura y eficaz: es utilizada desde hace más de 150 años y los estudios existentes no han demostrado que represente perjuicio alguno para la salud humana". Igualmente dijo que, si bien la amalgama no ha sido prohibida por el tratado, la profesión odontológica debe comprometerse a disminuir progresivamente el uso de este material, mediante la prevención de las enfermedades dentales, el desarrollo de materiales alternativos y la gestión efectiva de la amalgama y sus residuos. Al respecto se están recopilando directrices que serán divulgadas en breve por la organización, y que están orientadas para los profesionales de la salud, los empleados y el público. Se han dado ya los primeros pasos mediante un proyecto piloto, lanzado por la FDI en colaboración con el Programa del Medio Ambiente de las Naciones Unidas en el este de África, que está destinado a formar los profesionales de cada país con un conocimiento más eficaz en la gestión y el reciclado de los residuos de amalgama²⁰.

La amalgama se mantiene como uno de los materiales restauradores que más se utiliza en el mundo, particularmente en las zonas desfavorecidas, sin electricidad, así como en los países en desarrollo; siendo muchas veces el único medio disponible para tratar lesiones cariosas, pese a que se disponen de otros métodos como el tratamiento expectante con óxido de zinc y eugenol de fraguado rápido (utilizado como restaurador temporal en Odontopediatría y muy usado en las fuerzas armadas estadounidenses en tiempos de conflicto), además del Tratamiento Restaurador Atraumático (ART por sus siglas en inglés), el que, pese a ser más oneroso y no sedante, también es útil en esos países.

La adopción, suscripción y ratificación de la Convención de Minamata^{27,28,32,43} representa un importante reconocimiento internacional al doble riesgo potencial que representa el mercurio orgánico y el elemental, desde el punto de vista de la salud y del medio ambiente humano; cuyo objetivo es reducir los impactos ambientales significativos para la salud, que resultan de la contaminación por el mercurio orgánico, incluidas las disposiciones relativas a la minería, la importación, la exportación, el almacenamiento y la gestión de los residuos de los productos que contienen mercurio. Es importante resaltar, una vez más, que una disposición negociada en el tratado corresponde al uso de restauraciones de amalgama con mercurio, un asunto que ha sido objeto de controversia global durante décadas. Aún cuando el uso de la amalgama dental es generalizado y brinda beneficios, se han planteado dudas acerca del riesgo potencial para la salud humana y el posible daño ambiental de las emisiones, por razón del manejo inadecuado de sus residuos.



Aún cuando la Convención de Minamata^{27,28,43} encaró estos aspectos, apuntando hacia una reducción voluntaria del uso de la amalgama dental y al compromiso de adoptar las medidas adecuadas para su aplicación, no exigió cumplir metas obligatorias o proscriptivas para lograr estos objetivos.

Expresando su preocupación por la salud de los pacientes, en las negociaciones con los Estados miembros, el Programa de Salud Oral Global de la Organización Mundial de la Salud (OMS) abogó por una disminución gradual de la amalgama dental a través de disposiciones que se incluyeron en gran medida en el texto final del Tratado de Minamata. En dicho texto, publicado por UNEP⁴³ (2013), (Parte II: productos sujetos al artículo 4º n°3); en relación a la amalgama dental, se lee lo siguiente:

“Las medidas que deben adoptarse para disminuir gradualmente el uso de la amalgama dental deben tener en cuenta las circunstancias nacionales y la orientación internacional relevante y deben incluir dos o más de las medidas de la siguiente lista:

- Definir los objetivos nacionales en función de prevenir y promover la salud, en relación a la caries dental, minimizando así la necesidad de restauraciones dentales;
- Establecer metas nacionales orientadas a minimizar su uso;
- Promover el uso de alternativas exentas de mercurio para la restauración dental, que muestren eficacia clínica un costo-beneficio favorable;
- Promover la investigación y el desarrollo de materiales para la restauración dental, que sean de calidad y prescindan del mercurio;
- Estimular a las organizaciones profesionales representativas y a las escuelas de Odontología para educar y entrenar profesionales y estudiantes de Odontología, en cuanto al uso de alternativas de restauraciones dentales libres de mercurio y a la promoción de las mejores prácticas de su gestión;
- Desalentar las pólizas de seguro y programas que favorezcan la utilización de amalgama con mercurio para restauraciones dentarias;
- Incentivar políticas y programas que favorezcan el uso seguro de alternativas de calidad para la amalgama en restauraciones dentarias;
Restringir el uso de la amalgama dental a su forma encapsulada y;
- Promover la utilización de las mejores prácticas ambientales en las unidades dentales, a fin de reducir la liberación de mercurio y los compuestos de mercurio hacia el agua y la tierra”.

En respuesta, la comunidad científica internacional debe comenzar a investigar las maneras de reforzar la aplicación de las disposiciones del Tratado de Minamata⁴³, estableciendo metas de reducción gradual especialmente por razones estéticas, así como buscar mecanismos de financiamiento para apoyar las medidas del tratado, a efecto de conseguir un material restaurador que, además de ser estético, ostente las propiedades físicas, químicas y biológicas de la amalgama o del propio diente. Tal vez incluso una amalgama blanca, estética o del color del diente.

Los científicos, los investigadores y estudiosos tienen actualmente a su disposición recursos hasta hace poco inimaginables, ya que estamos en la época de la física cuántica, las células madre, la clonación y nada.

La odontología se volvió científica y preventiva a partir de Black⁸, quien estableció e incorporó, en 1908, directrices y métodos firmemente cimentados en bases científicas, esto es, en la ciencia de la observación clínica diaria. Por lo tanto, sus principios y conceptos se mantuvieron invariables durante setenta años, hasta el surgimiento de la odontología estética. Es necesario detenerse y pensar: si estuviera vivo el Dr. Green Vardman Black⁸, quién -entre muchos descubrimientos- formuló la primera composición científicamente equilibrada de aleación para amalgama, estableció el grabado con ácido fluorhídrico de la porcelana (tipo ácido, concentración y tiempo de ataque) y las técnicas quirúrgicas periodontales (gingivoplastia y gengivectomias); con todos los recursos disponibles actualmente ¿no habría resuelto ya todo esto para nosotros?

En realidad, el uso de la amalgama dental continuará invariable, pues la necesidad de proporcionar acceso a la atención de la salud oral equitativa y disponible nunca ha sido tan grande, especialmente en los países pobres, subdesarrollados o emergentes. Esto requiere, bajo el prisma del nuevo tratado, un abordaje juicioso en la reducción gradual de la amalgama dental, hasta el momento en que la ciencia odontológica consiga un sistema restaurador de uso directo que se combine y sea compatible física, química y biológicamente con los tres sustratos dentales, no sólo con el esmalte.

En 1955, cuando Michael G. Buonocore¹⁰ descubrió el grabado ácido del esmalte (el mayor avance en la odontología en los últimos 50 años) para conseguir la unión a ese sustrato, nació la odontología adhesiva.

Desde entonces hasta hoy, poco ha cambiado en materia de durabilidad y resistencia adhesiva en la dentina. De este modo, el gran descubrimiento fue el ataque ácido y no el adhesivo y/o resina compuesta, que hasta hoy pasa por procesos de desarrollo y mejora. Cada mes es lanzado un nuevo producto que, según los fabricantes, resuelve el problema de la adhesión a la dentina. Lo que se ha gastado en investigaciones para lograr la adhesión de la resina a la dentina o al cemento alcanzaría para mitigar el hambre de buena parte de las poblaciones más excluidas.

Actualmente, se publican mensualmente aproximadamente 2.500 artículos relativos a la Odontología, 1.500 sólo en el ámbito de la adhesión, tal vez, quién sabe, muchos de ellos solamente para cumplir compromisos académicos o con los fabricantes. La impresión que se tiene es que, salvo una mejor opinión, los fabricantes o grandes marcas internacionales han invertido fuertemente en el sistema adhesivo resinoso a lo largo del tiempo, sin interesarse en cambiar e invertir en otro proyecto.

Los clínicos, investigadores, fabricantes y la mayoría de los líderes de opinión olvidan, o dejan de transmitir a los estudiantes, dentistas y comunidades interesadas, aquello que el inventor de grabado ácido dejó bien claro y que hemos repetido durante más de 30 años: “El



sistema restaurador adhesivo fue diseñado para aplicarse en el esmalte y no en la dentina ni en el cemento”.

Una conclusión constante de las investigaciones es que estas restauraciones se retienen de manera más confiable en el esmalte que en la dentina. La vía para lograr este triple enlace (esmalte, dentina y cemento), sólo sería descubriendo otro tipo de agente adhesivo, tal vez no resinoso, según sugirieron Tay y Pashley⁴⁰ (2002). Otros autores recordaron y resaltaron la fragilidad y la adherencia transitoria a la dentina, con respecto a la resistente adhesión de los moluscos a las rocas o a los cascos de los barcos. Tal vez el estudio de la composición biomolecular de la saliva o de las secreciones de estos moluscos pueda revelar si hay alguna solución en su conformación biológica, que sea efectiva para lograr adhesión a los sustratos dentales.

Eso no será fácil, pero podría realizarse iniciando discusiones de carácter científico, no radical, con apoyo oficial, sin la influencia de ninguna otra organización como fuente de financiamiento que pueda dar lugar a conflictos de interés. Adicionalmente, estos debates científicos sobre cómo apoyar dinámicamente la implementación del Convenio de Minamata deben ser protegidos de toda influencia de intereses político partidarios, con el fin de garantizar una salud bucal mundial segura y ambientalmente sana.

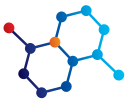
Finalmente, todo esto podría determinar que comience a vislumbrarse una solución para el agotador debate acerca de la amalgama dental y su mercurio metálico no orgánico.

COMENTARIOS ESPECÍFICOS ACERCA DE LA AMALGAMA Y SUS POSIBLES SUSTITUTOS

Estudios efectuados por investigadores de renombre, comprometidos no solamente con la apariencia estética sino también con la funcionalidad, la salud gingival y la oclusión funcional, entre otros aspectos relativos a una restauración dental; han demostrado que la amalgama ha salvado más dientes y ha sido objeto de investigación científica más frecuentemente que todos los demás materiales restauradores en conjunto. Sin embargo, pese a su contexto histórico, la amalgama lamentablemente se ha convertido en una víctima más de la educación arcaica, de la subvaloración y de la odontología estética y no en una víctima de la ciencia³⁴. Una amalgama oclusal simple, por ejemplo, muestra visualmente el conocimiento que el dentista tiene del pleomorfismo oclusal e indica claramente su capacidad de percibir y reproducir artísticamente la forma de las cúspides dentales humanas³⁵.

Tabla 2: Porcentaje de uso de materiales restauradores en dientes posteriores independientemente de la región²⁶, considerando los 486 profesionales entrevistados.

REST. DIRECTAS	COMPOSICIÓN
Amalgama: 56.6%	Res. Comp. y CIV: 56.6%
Más baratas: 32.7%	Comp. clínico: 32.7%
Comp. clínico: 56.6%	Fácil técnica: 56.6%
Fácil técnica: 18.9%	Estética: 56.6%
REST. INDIRECTAS	
RMF: 56.6%	RC E PORC: 56.6%
Más baratas: 56.6%	Más baratas: 56.6%
Comp. clínico: 56.6%	Comp. clínico: 56.6%
Fácil técnica: 56.6%	Fácil técnica: 56.6%
	Estética: 56.6%



El advenimiento de un material estético de aplicación rápida empañó la imagen de la amalgama, no obstante, es inapropiado afirmar que este material no debe ser utilizado sólo por su color plata, oscuro, o incluso para satisfacer las demandas populares de restauraciones libres de metales porque, en realidad, asegura un excelente servicio en el mantenimiento de la integridad oclusofuncional, marginal o interfacial³⁵.

Curiosamente, ninguna de las innovaciones que exhiben los materiales para restauración dental directa ha determinado que se sustituya el vasto uso de la amalgama, un material introducido en Odontología hace más de 150 años³⁹.

En una investigación reciente, llevada a cabo por la Prof^a Samira A. Lins²⁶ (2005), asesorada por el Prof. Dr. Aquira Ishikiriama, se llevó a cabo una exhaustiva encuesta entre los dentistas en actividad en cinco regiones de Brasil (Norte, Sur, Centro-Oeste, Nordeste y Sudeste). La propuesta consistía en saber cuál o cuáles son los materiales dentales más utilizados en el sector posterior; sea en técnicas directas o en indirectas, puesto que la impresión que se tenía en ese momento era que el uso de la amalgama y las restauraciones metálicas coladas había sido relegado a un segundo plano. Asimismo, se preguntó por qué es utilizada, teniendo en cuenta: comportamiento clínico, valor / costo y facilidad técnica. Se concluyó en que la amalgama sigue siendo aún el material más comúnmente utilizado en restauraciones posteriores directas en casi todas las regiones de Brasil, excepto en la región sur; en donde la mayoría utiliza la resina compuesta. Con respecto a las indirectas, se halló que las restauraciones metálicas todavía todavía son las más utilizadas (Tabla 2).

El trato y experiencia con investigaciones clínicas y de laboratorio permite afirmar que el material "per se" es importante, aunque ello representa tan solo un papel parcial en un conjunto muy complejo de interacciones que influyen decisivamente en su desempeño.

Entre los factores que interactúan y confunden nuestro entendimiento y análisis, se encuentran el entrenamiento, la habilidad y las preferencias del clínico/operador para insertar el material; además de una vasta gama de características relacionadas con el paciente, tales como: edad y sexo, "status" socioeconómico, condiciones de salud bucal, condiciones del diente, expectativa del paciente, valor percibido de opciones alternativas de tratamiento, entre otros^{4,5,32}.

Las interacciones son aún más complicadas por políticas dentro del sistema de enseñanza o de salud que pueden influir a quienes son tratados, cuándo y por qué son tratados, además de los acuerdos de pago de terceros, de división de costos, etc³². Aparte de esto, muchas veces hay resistencia al cambio en los sistemas de enseñanza acoplados a las "estrellas", abastecimiento y costos reguladores para fabricantes/proveedores y la infraestructura necesaria para manipular los materiales¹⁷.

En realidad, la amalgama nunca fue considerada un material restaurador noble, por el contrario, siempre fue criticado; sin embargo, lo fue mucho más como consecuencia del descuido en su preparación, en su aplicación, y en el descarte de sus residuos.

En la década de 1950, el siempre recordado Dr. Miles Markley, pionero de las cavidades de Clase 1 y 2 conservadoras así como de las restauraciones de amalgama retenidas con pines, afirmó que la amalgama era el patrón y continua siéndolo hasta hoy (Fig. 1)³¹.



Figura N1.- Restauraciones conservadoras de Clases 1 y 2 de amalgama, elaboradas por el Dr. Miles Markley (1934) y fotografiadas en 1993 (después de 59 años)³¹.

Cuando es utilizada con conocimiento, es adecuadamente condensada, esculpida y pulida; brilla y exhibe supervivencia y desempeño mayores y mejores que los materiales contemporáneos³⁵. Debemos siempre recordar que la amalgama es todavía el único material restaurador que mejora con el transcurso del tiempo, mientras que los demás, todos empeoran (Fig. 2)¹⁸.

A lo largo de más de 150 años la amalgama ha sido el patrón de comparación para todos los materiales restauradores dentales y es objeto de investigaciones cada vez más intensas, buscando demostrar que, lejos de descartarla, debemos conservarla en nuestras bocas y continuar ofreciendo tratamientos efectivos con ese material, mejorando cada vez más los métodos y cuidados en su manipulación y aplicación.

A efecto de perfeccionar los métodos y cuidados en el uso y manipulación de la amalgama por el dentista y sus auxiliares en el consultorio dental, se recomienda^{3,30}:

I) Precauciones generales^{3,30}:

- Cambiar periódicamente los filtros (ventilación y aire acondicionado).
- Verificar con ayuda de un dosímetro cuando se sospecha de la presencia de vapor de mercurio.
- Análisis periódico del equipo odontológico.
- Usar siempre spray aire-agua al retirar restauraciones de amalgama.
- Usar aleaciones pre dosificadas o dosificarlas correctamente, evitando la remoción del exceso de mercurio.
- Evitar contacto directo.
- Nunca calentar el mercurio o la amalgama.
- Abstenerse de usar desinfectantes que contengan mercurio.
- Eliminar el hábito de comer, beber o fumar en el consultorio.
- Limpiar adecuadamente los recipientes o las áreas que contengan mercurio.

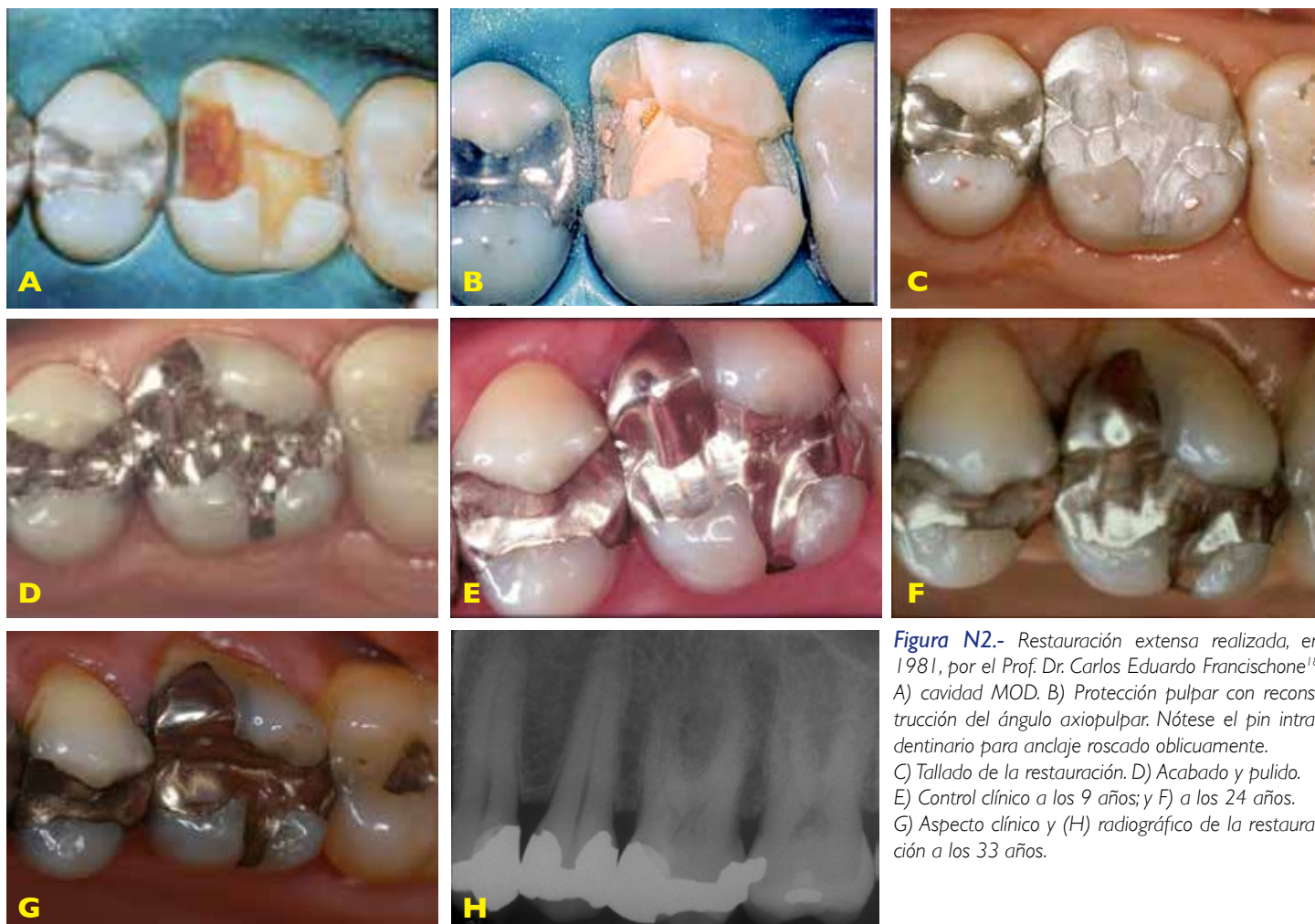


Figura N2.- Restauración extensa realizada, en 1981, por el Prof. Dr. Carlos Eduardo Francischone¹⁸. A) cavidad MOD. B) Protección pulpar con reconstrucción del ángulo axiopulpar. Nótese el pin intradentinario para anclaje roscado oblicuamente. C) Tallado de la restauración. D) Acabado y pulido. E) Control clínico a los 9 años; y F) a los 24 años. G) Aspecto clínico y (H) radiográfico de la restauración a los 33 años.

2) Limpieza del mercurio derramado.

- Conectar un tubo a un recipiente de vidrio y al aspirador del equipo odontológico;
- Valerse de cintas adhesivas o residuos de amalgama para recoger pequeñas cantidades de mercurio;
- Aplicar polvo sulfúrico sobre las gotas de mercurio, inutilizándolo.

3) Disponibilidades

No podemos seguir dándonos el lujo de suponer que las aleaciones para amalgama, mercurio y productos conexos, como el barniz cavitario, estarán siempre disponibles. Los acalorados debates que llamaron la atención acerca de la posible contribución de la amalgama en el impacto ambiental, relacionado al mercurio, ya están reflejándose en la fabricación y en la disponibilidad de esos productos. Por ejemplo, se ha descontinuado la fabricación del barniz "Copalite" (Cooley & Cooley, LTD - EUA) de procedencia estadounidense.

Teniendo en cuenta que el mercado brasileño carece de un barniz cavitario comercial basado en copal para base de preparaciones cavitarias para amalgama, a los dentistas que aún utilizan la amalgama se les sugiere recurrir a dos composiciones de barniz que pueden ser preparadas por el propio profesional o por farmacias de prescripción (Tabla 3). Hace algún tiempo enviamos esas fórmulas

y autorizamos su fabricación y comercialización a la S.S. White de Brasil, pero hasta ahora no manifestaron interés; da la impresión, salvo mejor opinión, de que esa firma prefiere continuar fabricando y comercializando su antiguo producto.

El empleo de resinas compuestas como sustituto de la amalgama muestra un lento desarrollo, no obstante, la decisión crítica de utilizarlas exclusivamente ya fue adoptada en muchos consultorios y clínicas. Hasta hace poco tiempo atrás todos las odiaban. Hoy, todo el mundo las adora. De acuerdo a los mensajes y discusiones basadas en internet popular, aquellos que cambiaron su forma de pensar son más fuertes que nunca en sus creencias. Sucede que muchos de estos profesionales utilizan resinas compuestas al por mayor en cavidades de Clase 2. Asimismo, muchos de ellos difaman y condenan la amalgama, no solo como un material antiestético, sino también como potencialmente tóxico y biológicamente adverso. Pese a que las restauraciones de resina compuesta (RC) en dientes posteriores ofrecen un gran número de ventajas sobre las restauraciones de amalgama, cuando son utilizadas bajo las mismas condiciones, no todo es tan grandioso y maravilloso como algunos de nuestros colegas intentaron, e intentan aún, hacernos creer^{24,35}.

Al respecto, sería apropiado debatir el asunto de la amalgama versus la resina compuesta mediante un enfoque diferente y considerar una serie de aspectos, con base en la literatura especializada, a saber:

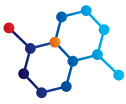


Tabla 3: Composición del barniz cavitatorio.

COMPOSICIÓN 1	COMPOSICIÓN 2
Resina copal triturada (breu) 2 gr	Resina copal triturada (breu) 2 gr
Cloroformo 5 ml + éter 5 ml = 10 ml	Acetona 10 ml

* Filtrar después de 24 horas.

Proficiencia – En realidad, el 100% de quienes se gradúan en Odontología pueden efectuar exitosamente una restauración de amalgama. La gran mayoría de ellos puede producir una restauración cuya longevidad estimada sea entre 5 y 10 años, por lo menos. Ahora bien, ¿qué porcentaje de estos clínicos pueden realizar una resina compuesta en dientes posteriores con una longevidad prevista de 5 años? Realmente, ¿cuál es el porcentaje de dentistas con 20 años de buena práctica que puede hacer una RC con total éxito? Lamentablemente, está muy por debajo del 100%²⁴.

Experiencia y tiempo – La confección de una restauración de resina compuesta en una cavidad de Clase 2 es considerablemente más difícil de lograr que una con amalgama en una cavidad semejante, en condiciones equivalentes; asimismo, la ejecución de una restauración similar a la de amalgama demanda un tiempo considerablemente mayor: La diferencia puede relacionarse a diversos factores, incluyendo las etapas adicionales asociadas al proceso de restauración.

Las cavidades tradicionales, preparadas con paredes convergentes, retenciones adicionales mediante surcos, canaletas o fricción, fueron sustituidas por la retención micromecánica, esto es, por los “tags” de resina, lo que resulta en una menor remoción de estructura dentaria. La tecnología del acondicionamiento ácido y de la resina compuesta activada por la luz es atractiva también para los pacientes. Una desventaja de la resina compuesta es exigir que el operador desarrolle nuevas habilidades artísticas, porque las restauraciones son esculpidas directamente en la boca. Ello determina que las restauraciones múltiples en varios dientes sean lentas y desafiantes.

En comparación con las restauraciones de amalgama semejantes o equivalentes, la técnica de restauración con resina compuesta demora y consume cerca de 2,5 veces más tiempo, porque requiere habilidades adicionales poco comunes y técnicas incrementales complejas. La diferencia en la dificultad se reduce solamente mediante una apreciable experiencia³⁴.

Sensibilidad de la técnica - Por comparación, la técnica para restaurar una cavidad de Clase 2 con resina compuesta es sustancialmente más susceptible. Las múltiples etapas que se requiere para restaurar con una RC no solo son más numerosas, sino que cada una de ellas requiere atención cuidadosa y valorada al detalle (ataque ácido, lavado, remoción de exceso, humedad, múltiples aplicaciones -dos o más- que el adhesivo dentinario y fotopolimerización). Además de estos pasos críticos, el clínico también debe saber cómo y cuándo

usar materiales auxiliares (además de los de protección compatibles), como las resinas flow, compómeros o ionómeros en la pared gingival sin esmalte o hasta cuando no usarlos.

El potencial de problemas asociados a la preparación, uso y adaptación de matrices, también es mayor que para la amalgama; especialmente en áreas cervicales muy extensas, con tendencia a sangrados, exudados o trasudados. Los errores puntuales con cualquiera de esas variables pueden originar la pérdida rápida de la restauración. Dado que las etapas que requiere la restauración con RC son más numerosas que las que demanda la amalgama, el potencial de error es comparativamente mayor. Además de eso, las resinas compuestas expuestas al ambiente bucal son propensas a fracturarse, degradarse por hidrólisis, sufrir alteraciones de color o pigmentación marginal, lo que exige reparaciones de rutina o incluso sustitución.

Sensibilidad pos-operatoria (SPO) - Históricamente, entre las secuelas clínicas más comunes asociadas a la RC, está la sensibilidad a temperaturas frías y a las presiones masticatorias. Este problema potencial puede perdurar varios días, semanas o meses, e incluso más. Aunque muchas de las causas de este inconveniente hayan sido detectadas (por ejemplo: factor-C, efectos de la contracción de polimerización, ausencia de esmalte en la pared gingival, entre otros), todavía subsisten algunos misterios.

La amalgama ha sido tan investigada que la mayoría de los problemas clínicos asociados con este sistema restaurador, sino todos, han sido completamente resueltos. Es interesante notar que hasta los mejores tratamientos sugeridos para la SPO no han resultado exitosos.

En el caso de la amalgama, los casos de SPO se presentan comúnmente, sin embargo, la etiología ha sido bastante bien identificada y entendida, siendo además normalmente de corta duración (por ejemplo: uno o algunos días hasta que los productos de corrosión sellen las interfaces).

Control absoluto de la humedad - Debido a la posible contaminación por fluidos salivales o secreciones sulculares que contienen varios tipos de compuestos proteicos, durante la colocación de la resina la adherencia adecuada del agente adhesivo puede ser afectada sustancialmente o incluso impedida. Con el desarrollo de aleaciones para amalgama exentas de zinc, la contaminación por saliva o fluido sulcular no provoca degradación apreciable. De otro lado, el



aislamiento con dique de goma es comúnmente recomendado para condensar amalgama, en realidad actualmente es obligatorio para las RC; sin embargo, muchos dentistas no lo utilizan, independientemente del material que se coloque, inserte, condense o cemente.

Inhibición de la caries - Se sabe que el progreso de las lesiones secundarias de caries en las RC es sustancialmente más veloz que en las restauraciones de amalgama. Los iones de estaño, cobre y plata desacoplados por la corrosión de la amalgama tienden a producir condiciones bacteriostáticas. Además, el TEDGMA o el TEGMA, que se añaden a muchas resinas compuestas para controlar la viscosidad del material en estado no polimerizado, desafortunadamente tienden a promover el crecimiento bacteriano. Esta característica se traduce para el clínico en una mayor necesidad de mejorar la adaptación marginal en las restauraciones con RC, especialmente en las paredes cervicales desprovistas de esmalte.

Una investigación radiográfica transversal realizada por Levin et al.²⁵ (2007), evaluó comparativamente el comportamiento clínico de restauraciones de superficies proximales efectuadas con amalgama o con resina compuesta.

Con base en los resultados, concluyeron que:

- Se observó un mayor índice de fallas en las restauraciones con resina compuesta (43%) que en las restauraciones con amalgama (8%).
- Debe reconsiderarse el uso de restauraciones de resina compuesta en áreas interproximales, así como mentalizarse de su limitado desempeño a largo plazo.
- La lesión secundaria de caries fue la principal causa de las fallas.

El material - Una amalgama es una amalgama. Existen diferencias básicas únicamente en las características de manipulación, sin grandes alteraciones en su desempeño. Las resinas compuestas, sin embargo, exhiben diferencias sustanciales en la resistencia al desgaste. Algunas son recomendadas para restaurar superficies oclusales mientras que otras son sugeridas para las regiones cervicales con erosión o abfracción. Adicionalmente, y al contrario que la amalgama, las resinas compuestas y los respectivos adhesivos actualmente son fabricados con enormes diferencias en sus características de manipulación, obligando al clínico a enterarse constantemente de esas variantes.

Método de polimerización - la adaptación y la integridad marginal son influenciadas por la intensidad de la fuente de luz utilizada. Cuanto mayor sea la intensidad del sistema de polimerización, mayor será el potencial y la fuerza de contracción que ocurra a lo largo de las paredes y márgenes de la preparación cavitaria, especialmente si existiese un alto factor C. Esto exige un correcto acabado de los márgenes cavitarios (preparación de bisel cuando el espesor del esmalte lo permita) para eliminar prismas de esmalte fragilizados que se fracturan por la fuerza de contracción durante la polimerización. Asimismo requiere aparatos de polimerización más lenta o el uso de varias formas de polimerización de pulso interrumpido que tienden a generar un patrón más homogéneo de contracción, con disminución de la fuerza de polimerización resultante (estrés) y, consecuentemente, mejor adaptación marginal.

El clínico tiene que encarar todo eso cuando va a restaurar cavidades que también exponen dentina y cemento, a diferencia de los cierres de diastemas, en los que se trabaja solo en esmalte.

Conocimiento y habilidad - El sistema restaurador adhesivo (SRA) requiere de un entendimiento diferente para la preparación de la cavidad. Muchas de las reglas que se enseñan para restaurar con amalgama, en realidad son inapropiadas para la resina compuesta. La amalgama requiere dimensión volumétrica y retención mecánica. Generalmente, los márgenes deben ser localizados fuera de las regiones que naturalmente poseen los mayores índices de retención de placa y microorganismos (extensión por conveniencia). El espacio en la interfaz diente-amalgama es entre 10 y 12 μ en los primeros días y semanas, hasta que los productos de corrosión llenan las interfaces.

En el caso del SRA, cuando existe un cinturón marginal de esmalte, el proceso de unión adhesiva determina que la restauración, una vez terminada, se constituya en parte integrante de la estructura dental y así permanece prolongadamente. Ahora bien, la situación cambia totalmente cuando la pared gingival de cualquier tipo de preparación cavitaria está localizada en dentina o en cemento. Los investigadores y clínicos saben que la adhesión en dentina no es duradera y que en esa circunstancia fatalmente ocurrirá microinfiltración marginal, sensibilidad posoperatoria e incluso lesiones secundarias de caries, si el paciente no fuese de bajo riesgo a caries. En fin, la pared cervical localizada en dentina constituye el talón de Aquiles en el SRA; esto es, tenemos que convivir con esta limitación, o ser creativos, como lo sugieren Cardash et al.¹¹ (1990) y Eidelman et al.¹⁵ (1990).

Dado que los sistemas adhesivos no pueden asegurar sellado marginal adecuado en la dentina ni en el cemento, dichos autores propusieron^{11,15} valerse de una restauración combinada amalgama-resina compuesta, con el fin de solucionar el problema de los márgenes cervicales sin esmalte. La propuesta consiste en colocar una capa de amalgama (aproximadamente 1,5 mm) en la pared cervical de la caja proximal y rellenar el resto de la preparación cavitaria con material estético directo o indirecto cementado.

Mediante pruebas de filtración marginal, Botelho et al.⁹ (2004) evaluaron restauraciones directas de este tipo, vale decir, realizadas con resinas compuestas en combinación con amalgama, compómero o cemento ionomérico. Los resultados fueron alentadores, resaltándose que el índice de microfiltración en la interfaz resina-amalgama fue menor que en la interfaz resina-dentina. Así, como Dietschi y Spreafico¹⁴ (1997), hemos empleado esa restauración combinada en innumerables casos de Clase 2, en los que el margen cervical de la caja proximal sin esmalte, se halla localizado en dentina o en cemento (Figuras 3 y 4).

El Consejo Científico de la ADA³ (1998), la USFDA¹⁶ (2009) y Leinfelder²⁴ (2004) llegaron a una conclusión semejante y, probablemente, emitieron el mejor reporte de evidencias en relación a la seguridad de la amalgama dental. Nosotros, por un lado, creemos que la amalgama se mantendrá disponible para los dentistas durante muchos años.

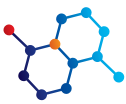


Figura N3.- Restauración combinada amalgama/resina compuesta. A) Cavity MO, cuyo límite cérvico proximal posee una tenue capa de esmalte. B) Condensación de una capa (aproximadamente 1,5 mm) de amalgama retenida por canaletas proximales y dos pines intradentarios. C) Restauración después del relleno del resto de la cavidad con resina compuesta (después del acondicionamiento ácido, aplicación de silano en la amalgama y adhesivo en las paredes de esmalte).

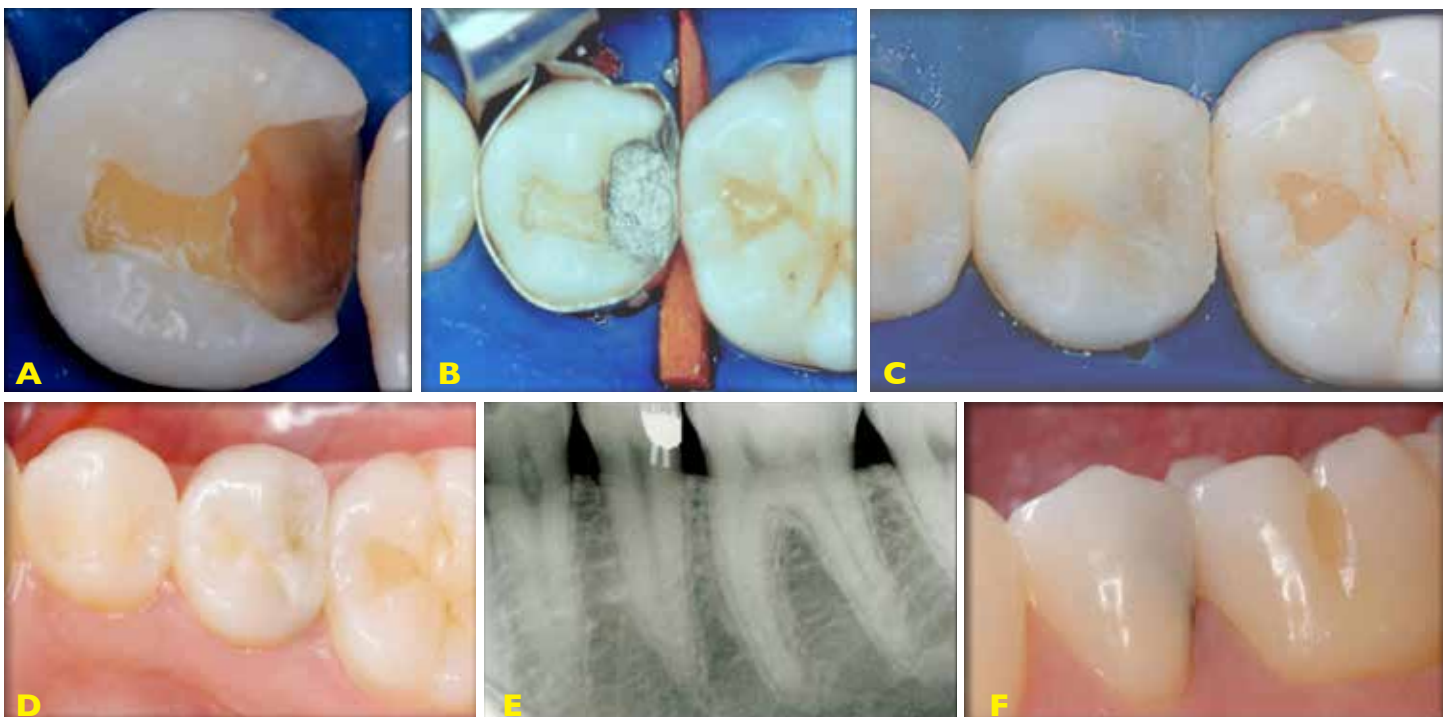


Figura N4.- Lesión cariosa de rápida progresión en paciente con alto riesgo. A) Nótese la ausencia de esmalte en el límite cervical. B) Inserción y condensación de una capa de amalgama, hasta cerca del ángulo axiopulpar, retenida por dos pines intradentarios. C) Inserción de resina compuesta en el resto de la cavidad después del ataque ácido, aplicación de silano en la amalgama y adhesivo en las paredes de esmalte. D) Vista oclusal y vestibular (F) de la restauración después de cuatro años. E) Control radiográfico en el que puede notarse la integridad del margen gingival sellado por la capa de amalgama.

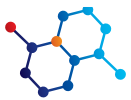
Piensen en eso, si la amalgama fuera eliminada como material restaurador, en todo y cualquier momento la profesión experimentará problemas muy graves, principalmente en los países más necesitados, subdesarrollados o emergentes. Sea admitido fácilmente o no, la amalgama ha servido y sigue sirviendo para resolver los problemas de restauración dental de la población, de forma excepcional durante muchos años, por causa de su naturaleza tolerante¹⁷.

Pese a que un buen número de dentistas en Brasil son totalmente capaces de usar la resina compuesta como sustituto de la amalgama, el porcentaje está muy alejado del 100%. Si este hecho no resultara convincente, solamente bastaría consultar a los que ejercen la especialidad de la endodoncia, quienes constatan el uso indebido de las

resinas compuestas, lo que ocasiona el aumento de las necesidades de servicio endodóncico.

Hasta que el mencionado grupo de dentistas alcance competencia para usar la resina compuesta, el número de sustituciones asociadas a las lesiones secundarias de caries sin duda continuará a un ritmo alarmante. Por consiguiente, aquellos que están empeñados en legislar sobre la prohibición de la amalgama deben considerar mejor el asunto para evitar que se perjudique la profesión odontológica, la sociedad o la humanidad.

Así, a pesar de todas sus fallas y deficiencias perceptibles, nuestra vieja amiga la amalgama aún se mantendrá con nosotros durante



mucho tiempo más, siempre que dirijamos responsablemente su utilización y deshecho.

En relación a la prohibición del uso de la amalgama, a continuación se incluye la posición que recibimos de un colega nuestro de Curitiba, Paraná, el Dr. Amilcar Fernandes da Silva Neto³⁷:

“Veo que el motivo real para invocar por su extinción obligatoria es principalmente la ineptitud para manipularla. Sabemos que en Europa la enseñanza de la odontología sufre de escasez de pacientes porque, culturalmente, o incluso por las evidencias, le dan menos valor a la salud bucal a diferencia de los países de América. Similar resultado vemos hoy en Brasil: algunos colegas con poco tiempo de graduados en las universidades de Curitiba, nunca indicaron o utilizaron la “buena y vieja amalgama” en sus pacientes.

Hoy, después de casi 27 años de graduado, puedo relatar que la amalgama dental, además de sus muy conocidas indicaciones, tiene otras funciones “tipo comodín”... Por ejemplo: su uso paliativo transitorio durante un tratamiento ortodóntico, pues puede ser sustituido en un replanteo futuro por otros materiales/procedimientos/técnicas/opciones, minimizando así los costos del tratamiento en las etapas que anteceden!!!

Otro problema que solo el tiempo me pudo mostrar es el de las alteraciones pulpares, resultantes muy comunes del uso indiscriminado de las resinas compuestas. Ello ocurre invariablemente, aún cuando se adopten todos los cuidados en las técnicas de aplicación. Veo con frecuencia la manifestación de patologías pulpares en dientes con remanente voluminoso y sano, sin ninguna señal de lesión cariosa, que presentan serias complicaciones para ejecutar sus respectivas endodoncias. Hoy paso más tiempo “escarbando” un acceso endodóntico que en la propia instrumentación. Esto, sin mencionar los elevados riesgos de perforaciones accidentales, en virtud de esa obvia y clara imprecisión de los límites anatómicos internos de la estructura dental, consecuencia de la citada inducción.

Por ello, pedimos a quienes se inician en la profesión que filtren mucho la información y recurran, sin temor, a los maestros y técnicas ortodoxas, en caso de que tengan como objetivo: ¡EQUIVOCARSE MENOS!”

CONCLUSIONES

Pese a que la amalgama no ha sido prohibida por el Tratado de Minamata⁴³ (2013), la profesión odontológica puede comprometerse a disminuir progresivamente el uso de este material, especial y únicamente por motivos estéticos y debe, como siempre lo hizo, luchar por prevenir las enfermedades dentales, desarrollar materiales alternativos y maniobrar eficazmente la amalgama y sus residuos.

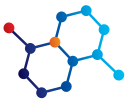
- No puede dejarse, en nombre de la modernidad, que las palabras e incluso los estudios carentes de sustento científico, pero con intereses de mercadeo, las ONG, o las entidades políticas o ambientales, den el veredicto final acerca de un material sin que las entidades independientes y normativas; especialmente la ADA, la FDA, la FDI en el ámbito internacional, así como en Brasil: los órganos oficiales como el CFO y los CRO, las asociaciones de clase como la ABO

y la ABCD, y las entidades de enseñanza e investigación como la ABENO, el GBMB y el GBPD, responsables de la calificación y de los protocolos de enseñanza e investigación de los productos odontológicos; demuestren de hecho lo que debe usarse y enseñarse, así como aquello que debe descartarse.

Con la necesaria prudencia, el sentido común y en el marco de los conocimientos y estudios pertinentes, podemos continuar enseñando y utilizando la amalgama dental, en los casos en que la estética no sea el factor preponderante, sin el recelo de un posible efecto dañino de uno de sus componentes.

AGRADECIMIENTO

El autor principal agradece al alumno de maestría en Dentística - FOB-USP Fabio Antonio Piola Rizzante por su efectiva colaboración.



Referencias

1. ADA. When your patients ask about mercury in amalgam. *J Am Dent Assoc* 1990; 120(4):395-398.
2. ADA. Best management practices for amalgam waste. 2007. Available from: www.ada.org/sections/publicresources/pdfs/topics_amalgamwaste.pdf.
3. AMERICAN DENTAL ASSOCIATION. Council on scientific affairs. Dental amalgam: update on safety concerns. *J Am Dent Assoc* 1998 apr; 129(4):494-503. Available from: www.ada.org/sections/newsandevents/pdfs/safety.pdf.
4. BARREGARD L, TRACHTENBERG F, MCKINLAY S. Renal effects of dental amalgam in children: the New England children's amalgam trial. *Environ Health Perspect* 2008; 116: 394-399.
5. BAYNE SC. Correlation of clinical performance with 'in vitro tests' of restorative dental materials that use polymer-based matrices. *Dent Mater* 2012; 28:52-71.
6. BAYNE SC, PETERSEN PE, PIPER D, SCHMALZ G, MEYER D. The challenge for innovation in direct restorative materials. *Adv Dent Res* 2013; 25:8-17.
7. BELLINGER DC, TRACHTENBERG F, BARREGARD L, TAVARES M, CERNICHIARI E, DANIEL D, ET AL. Neuropsychological and renal effects of dental amalgam in children: a randomized clinical trial. *JAMA* 2006; 295(15):1775-83.
8. BLACK GV. *A Work on Operative Dentistry: the Technical Procedures in Filling Teeth*. Chicago: Medico-Dental. 1908; 2:110-215.
9. BOTELHO AM, MONDELLI J, MONDELLI RFL. Avaliação da microinfiltração em cavidades de Classe II restauradas com resina composta associado a outros materiais restauradores. *Rev ibero-am odontol* 2004; 3(9):96-10.
10. BUONOCORE MH. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *J Dent Res*. 1955; 34(6):849-53.
11. CARDASH HS, BICHACHO N, IMBER S, LIBERMAN R. A combined amalgam and composite resin restoration. *J Prosthet Dent* 1990 may; 63(5):502-5.
12. CONSOLARO A, PINHEIRO TN. Amálgama dentário e mercúrio: o fim de uma era! *Rev. Dental press estét.* 2013; 10(2): 42-7.
13. DE ROUEN, MARTIN MD, LEROUX BG, TOWNES BD, WOODS JS, LEITÃO J, ET AL. Neurobehavioral effects of dental amalgam in children, a randomized clinical trial. *JAMA* 2006; 295(15):1784-92.
14. DIETSCHI D, SPREAFICO R. Restaurações adesivas: conceitos atuais para o tratamento estético de dentes posteriores. São Paulo, Quintessence int, 1997.
15. EIDELMAN E, HOLAN G, TANZER-SARNEH S, CHOSACK A. An evaluation of marginal leakage of Class II combined amalgam-composite restorations. *Oper Dent* 1990; 15(4):141-8.
16. FDA. Class II special controls guidance document: dental amalgam, mercury, and amalgam alloy - guidance for industry and FDA staff. 2009. Available from: www.fda.gov/medicaldevices/deviceregulationandguidance/guidancedocuments/ucm073311.htm.
17. FERRACANE J, FISHER J, EISELÉ JL, FOX CH. Ensuring the global availability of high-quality dental restoratives. *Adv dent res* 2013; 25:41-45.
18. FRANCISCHONE CE, BELTRÃO HCP, MONDELLI J, NAVARRO MFL, ISHIKIRIAMA A. Avaliação clínica de restaurações e fundições a amalgama retidas por pinos. *Rev bras Odont.* 1993; 50(5): 31-40.
19. GOLDACRE B. And now the news. *Bad Science – The Guardian*. 2006; May 6. Available from: <http://www.badscience.net/2006/05/and-now-the-news/>.
20. INTERNATIONAL MERCURY TREATY SIGNED. *News Asia Pacific: the world's dental newspaper*, 14-10-2013. Available from: www.dental-tribune.com/articles/news/asiapacific/15031_international_mercury_treaty_signed.html.
21. KROPP R, HAUSSELT JH. A liberação de mercúrio dos amálgamas dentais em água em comparação com a absorção de mercúrio pelas pessoas através alimentação normal. *Die quintessenz* 1993; 6493:1-5.
22. LAUTERBACH M, MARTINS IP, CASTRO-CALDAS A, BERNARDO M, LUIS H, AMARAL H, ET AL. Neurological outcomes in children with and without amalgam-related mercury exposure: seven years of longitudinal observations in a randomized trial. *J Am Dent Assoc*. 2008; 139(2):138-45.
23. LEE JD. Química inorgânica não tão concisa. 1999. 5ª Ed. São Paulo: Edgard Blucher: 544p.
24. LEINFELDER K. The enigma of dental amalgam. *J Esthet Restor Dent* 2004; 16(1):3-5.
25. LEVIN L, COVAL M, GEIGER S. Cross-sectional radiographic survey of amalgam and resin-based composite posterior restorations. *Quintessence int* 2007; 38(6):511-514.
26. LINS SA. Prevalência de materiais restauradores utilizados nas restaurações diretas e indiretas de dentes posteriores por cirurgiões dentistas brasileiros. [Dissertação de mestrado] Campinas (SP): Centro de pós-graduação, CPO São Leopoldo Mandic; 2005.
27. MACKAY TK, JOHN T, CONTRERAS JT, LIANG BA. The Minamata Convention on Mercury: attempting to address the global controversy of dental amalgam use and mercury waste disposal. *Science of the total environment*, 2014; 472:125-129.
28. MINAMATA CONVENTION ON MERCURY INCLUDES CALL FOR DENTAL RESEARCH. IADR, Alexandria, VA, USA. Available from: www.iadr.org/files/public/13unep_minamata_convention.
29. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. MERCÚRIO/DIAGNÓSTICO PRELIMINAR DO MERCÚRIO NO BRASIL, 2013. Available from: www.mma.gov.br/images/arquivo/80037.
30. MONDELLI J, BASTOS MTAA. Contaminação mercurial em Odontologia. *Odontol Mod*, Rio de Janeiro, 1990; 17(6):9-21.
31. MONDELLI J, PEREIRA MA, MALASPINA OA. Sistemas restauradores de uso direto. In: Rielson JAC, Gonçalves EAN. Atualização clínica em odontologia – CIOSP 2002. São Paulo: Artes Médicas 2002. Cap 1, p. 1-17.
32. REKOW ED, FOX CH, PETERSEN E, WATSON T. Innovations in materials for direct restorations: why do we need innovations? Why is it so hard to capitalize on them? *J dent res* 2013; 92(11): 945-947.
33. REKOW ED, BAYNE SC, CARVALHO RM, STEELE JG. What constitutes an ideal dental restorative material? *Adv dent res* 2013; 25:18-23.
34. ROULET JF. Benefits and disadvantages of tooth-coloured alter-



natives to amalgam. *J Dent.* 1997; 25(6):459-73.

35. SHAVELL HM. Romancing the beautiful silver maiden: an allegorical love story. *J Esthet Restor Dent* 1993; 5(2):69-79.

36. SHERMAN LS, BLUM JD, FRANZBLAU A, BASU N. New insight into biomarkers of human mercury exposure using naturally occurring mercury stable isotopes. *Environ Sci Technol.* 2013;47(7):3403-9.

37. SILVA NETO AF. Comunicação pessoal. 2013.

38. SKONER JR, WALLACE JA, FOCHTMAN F, MOORE PA, ZULLOT, HOFFMAN D. Blood mercury levels with amalgam retroseals: a longitudinal study. *J Endod.* 1996; 22(3):140-1.

39. SOLER JI, ELLACURIA J, TRIANA R, GUINEA E, OSBORNE JW. A history of dental amalgam. *J hist dent* 2002; 50:109-116.

40. TAY FR, PASHLEY DH. Dental adhesives of the future. *J Adhes Dent* 2002; 4(2):91-103.

41. TIBAU AV. The future of Dentistry in a world without mercury: an NGO's perspective. *Dental tribune: the worlds dental newspaper.* 14-10-2013.

42. UNEP. United Nations Environment Programme: global mercury assessment 2013: sources, emissions, releases, and environmental transport. 2013, UNEP chemicals branch, Geneva, Switzerland. Available from: www.unep.org/publications/contents/pub_details_search.asp?id=6282.

43. UNEP. Minamata Convention on Mercury: text and annexes - United Nations Environment Programme p.o. Box 30552 – 00100; October 2013, Nairobi, Kenya. Available from: www.mercuryconvention.org.

44. WOODS JS, MARTIN MD, LEROUX BG, DEROUENTA, BERNARDO MF, LUIS HS, ET AL. Biomarkers of kidney integrity in children and adolescents with dental amalgam mercury exposure: findings from the casa pia children's amalgam trial. *Environ Res* 2008; 108(3):393-9.

Recibido 7 de marzo 2015
Aceptado 25 de Abril 2015