

**UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ
COLEGIO CIENCIAS DE LA SALUD**

**Revisión bibliográfica de la amalgama dental, su uso y
seguridad como material restaurador en la cavidad oral de
los niños menores de 12 años**

Proyecto de investigación

Dayana Paola Jaramillo Rodríguez

Odontología

Trabajo de titulación presentado como requisito para la obtención del
título de Odontóloga

Quito, 14 de julio de 2017

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ
COLEGIO CIENCIAS DE LA SALUD

HOJA DE CALIFICACIÓN
DE TRABAJO DE TITULACION

**Revisión bibliográfica de la amalgama dental, su uso y
seguridad como material restaurador en la cavidad oral de
los niños menores de 12 años**

Dayana Paola Jaramillo Rodríguez

Calificación:

Nombre del profesor, título académico:

José Miguel Pinto, Dr.

Firma del profesor:

Quito, 14 de julio de 2017

Derechos de Autor

Por medio del presente documento certifico que he leído todas las Políticas y Manuales de la Universidad San Francisco de Quito USFQ, incluyendo la Política de Propiedad Intelectual USFQ, y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo quedan sujetos a lo dispuesto en esas Políticas.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Firma del estudiante: _____

Nombres y apellidos: Dayana Paola Jaramillo Rodríguez

Código: 00113007

Cédula de Identidad: 1723343420

Lugar y fecha: Quito, 14 de julio del 2017

Dedicatoria:

La presente revisión bibliográfica está dedicada con mucho amor a mis padres Patricia y Pablo y a mi hermano Pablo, que han mantenido su apoyo a lo largo de mi carrera.

RESUMEN

La amalgama dental se ha venido empleando como material restaurador desde hace más de un siglo. Sin embargo, el mercurio que se desprende de la amalgama una vez que entra en función ha generado controversia en torno a si es o no un material seguro para la salud humana, especialmente en la de los niños. La exposición ante cualquier agente teratógeno pone en riesgo su desarrollo normal. Se ha demostrado que la exposición crónica al mercurio en niños causa efectos irreversibles en el desarrollo del sistema nervioso y riñones.

El objetivo de esta revisión bibliográfica es tratar la seguridad de la amalgama con el fin de aclarar y sustentar su inocuidad, así como desmentir los riesgos de salud en los niños relacionados al mercurio liberado de las amalgamas dentales.

Palabras clave:

Amalgama dental

Mercurio

Salud de los niños

Inocuidad

Material restaurador

ABSTRACT

The dental amalgam has been used as a restoration material for over a century. The mercury released by its use, however, that generated controversy about its safety for human health, concerning children. Their normal development is at risk if exposed to any teratogenic agent. It has been demonstrated that chronic exposure to mercury in children has irreversible effects on the nervous system and kidneys.

The objective of this bibliographic research is to discuss amalgam fillings innocuousness, to sustain it and to refute the statements about the health hazards of mercury released by dental amalgam.

Key Words

Dental Amalgam

Mercury

Children's health

Innocuousness

Restoration material

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	9
JUSTIFICACIÓN.....	11
OBJETIVOS.....	12
MARCO TEÓRICO.....	13
Reseña Histórica de la Amalgama	13
Clasificación de la Amalgama	15
Composición de la Amalgama	16
Tipos de Aleaciones para Amalgama Dental.	17
El Mercurio como Componente de la Amalgama.	18
Tipos de Mercurio.....	19
Toxicocinética del Mercurio.....	20
Efectos del Mercurio a Nivel del Sistema Nervioso.....	23
Mercurio Liberado de las Amalgamas Dentales.....	24
Operatoria Dental en Odontopediatría.....	25
Materiales para Restauraciones en Dientes Primarios.	25
La Amalgama en Odontopediatría	27
Ventajas y Desventajas de la Utilización de las Restauraciones de Amalgama en Odontopediatría.	28
Indicaciones y contraindicaciones de la utilización de las restauraciones de amalgama.....	29
Seguridad de la amalgama en los niños.	29
DISCUSIÓN	35
CONCLUSIONES.....	38
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	39

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla #1. Visión general de los tipos de mercurio y sus fuentes.....	22
Tabla #2. Estudio n°1 de la seguridad de la amalgama dental en los niños.....	31
Tabla #3. Estudio n°2 de la seguridad de las amalgamas dentales en los niños.....	33

INTRODUCCIÓN

Planteamiento del Problema

La amalgama es uno de los materiales más usados desde el comienzo de la Odontología para restaurar las piezas dentarias afectadas por causas patológicas (Cova, 2010). Se usó por primera vez en Europa entre 1819 y 1826, pero sin mayor éxito pues no se tenía control en su manipulación y en sus variables de composición dando como resultado restauraciones con resultados clínicos insatisfactorios (Assed, 2008). Sin embargo, se realizaron más investigaciones con el fin de mejorar las propiedades del material, y es así que, a finales del siglo XIX, G.V. Black, consiguió desarrollar una aleación que contenía plata, cobre, estaño y cinc, similar a la fórmula usada actualmente, que emplea mercurio líquido (50%), plata (35%), cobre (2%), estaño (13%) y en ocasiones se le añade cinc (Macías, Zamora & Bayardo, 2015), (Cova, 2010) y (Assed, 2008).

La amalgama es el material de primera elección para los procesos restaurativos, por su fácil manipulación, bajo costo, longevidad clínica y reducida microfiltración (Macías, Zamora y Bayardo, 2015). Resulta bastante útil en casos donde se demande rapidez en el procedimiento, y el acceso o el aislamiento o ambos estén dificultados (Boj, Catalá, García y Mendoza, 2004).

En Odontopediatría, existen varios materiales para restaurar la unidad dentaria, los mismos que deben ser resistentes y aportar un buen sellado marginal que garantice que no se presenten complicaciones secundarias. Los más usados son el ionómero de vidrio, la resina compuesta y la amalgama (Boj, et al., 2004). Sobre este último existen estudios que concluyen que es el material más resistente, pues presenta una vida media en condiciones idóneas de 10 años (Boj, et al., 2004). Asimismo, existen varios autores que aconsejan su uso en los niños, entre otras razones,

por la facilidad de colocación en boca. Por ejemplo, esto resulta bastante útil en niños con capacidades especiales, que podrían tener dificultad de permanecer quietos mientras se realiza el tratamiento con sistemas adhesivos (Cohlmiá, 2014).

Ahora bien, como se ha expuesto, uno de los materiales que componen a la amalgama es el mercurio, el cual podría implicar una importante limitación para este material. Si bien el mercurio empleado en las amalgamas dentales, está en su forma metálica que es de baja toxicidad, este se evapora a 25°C, transformándose en vapor de mercurio (Macías, Zamora & Bayardo, 2015). Y es este punto el que ha generado controversia a lo largo del tiempo pues no se ha logrado establecer si los niveles liberados en las restauraciones dentales son lo suficientemente peligrosos para repercutir en la salud humana y más aún en el desarrollo de los niños, por las consecuencias del mercurio sobre el sistema nervioso, como señala Crespo, Herculano, Corvelo, Do Nascimento, (2005). La exposición aguda o crónica a este elemento podría tener efectos irreversibles en ellos.

Sin embargo, investigadores como DeRouen., et al y Bellinger., et al, han expuesto a niños a restauraciones de amalgama dental y se les ha hecho un seguimiento de hasta 7 años, han llegado a la conclusión, que la amalgama dental es un material seguro pues no lograron comprobar ninguna relación entre la liberación de mercurio de las amalgamas dentales y datos alarmantes de pérdida de memoria, inteligencia, coordinación, concentración, conducción nerviosa y/o daño a nivel renal (2006). Debido a lo anteriormente expuesto me planteo realizar una revisión bibliográfica para dar respuesta a la siguiente interrogante:

¿Podrá usarse la amalgama en Odontopediatría sin que esta produzca efecto adverso en el paciente?

JUSTIFICACIÓN

Durante el desarrollo de los niños, la exposición ante cualquier agente ya sea químico, físico o biológico puede traducirse en efectos adversos para su salud. Las diferencias fisiológicas que existen entre los niños y los adultos se manifiestan en varios procesos fisiológicos como por ejemplo vías metabólicas. En los niños los distintos sistemas importantes para el funcionamiento del cuerpo humano continúan diferenciándose y desarrollándose, lo que los hace mucho más susceptibles ante cualquier agente que puede interferir en estos procesos.

Por ello, ya que la amalgama es un material actualmente usado en odontopediatría por los beneficios que se ha señalado, es imprescindible revisar si la exposición a la cantidad de mercurio que contiene este material puede tener repercusiones en la salud y desarrollo de los niños.

OBJETIVOS

Objetivo General:

- Realizar una revisión bibliográfica del uso de la amalgama dental en odontopediatría.

Objetivos Específicos:

- Recopilar información acerca de la inocuidad de la amalgama en dentición primaria.
- Conocer a fondo la información aportada por la recopilación de los estudios.
- Analizar los posibles efectos adversos de la amalgama en la salud de los niños.

MARCO TEÓRICO

Reseña Histórica de la Amalgama

Los primeros datos que reportan el uso de una pasta de plata que contenía mercurio y que usaba para empastes dentales datan del siglo VII, en Asia, específicamente durante la dinastía China Tang (Cohlma, 2006). La fórmula básica de la amalgama dental, desde ese entonces, no sufrió cambios significativos y se mantuvo durante años. Recién en 1818, el Dr. Louis Regnart, considerado como el padre de la amalgama, introduce a las aleaciones que se empleaban como restauración, un cemento mineral y mercurio, logrando así reducir la temperatura de estos materiales al momento de ser vertidos sobre las cavidades dentales (Macías, Zamora y Bayardo, 2015). Más tarde, en París (1826), August Taveau, prepara la amalgama mezclando plata pulverizada (de limaduras de monedas de cinco francos) con mercurio. La consistencia de la amalgama recién triturada estaba determinada por la composición de la moneda y por las preferencias de cada operador. Por lo que, la falta de control en la manipulación y las variables de su composición, daban como resultado restauraciones de amalgama con resultados clínicos insatisfactorios pero que para la época permitían salvar dientes de modo relativamente fácil y barato (Assed, 2008).

En 1833, los hermanos franceses Crawcour, introducen la amalgama en los EE. UU, bajo la denominación de “sustituto mineral”, con el objetivo de reemplazar el oro en las restauraciones de los dientes afectados por caries. En aquellos tiempos, el empirismo pesaba más que la ciencia y los hermanos franceses se hicieron famosos con la promesa de que su nuevo material permitía la curación rápida e indolora de la caries. Los franceses colocaban el material de manera arbitraria, evadiendo técnicas clásicas y bien conocidas, como la de retirar la caries antes de restaurar (Barrancos, 2006). Los odontólogos estadounidenses, al enterarse de esto y de la

composición del nuevo material que incluía mercurio y limaduras metálicas, advirtieron del fracaso en los pacientes que habían sido restaurados con este material, dando lugar así a la bien conocida “guerra de la amalgama”, que tuvo lugar entre 1840 y 1850. Durante este período, eran frecuentes los acalorados debates sobre los beneficios y limitaciones de la amalgama. Sin embargo, se llevaron a cabo innumerables investigaciones, entre 1860 y 1890, con el fin de mejorar las propiedades de manipulación y aplicación clínica del material (Nocchi, 2008).

A finales del siglo XIX, G.V. Black, desarrolló una aleación para amalgama con propiedades físicas y mecánicas superiores e instauró una satisfactoria proporción entre los materiales. Sugirió que parte de la plata podía ser reemplazada por el cobre (6% máximo), con el fin de mejorar las propiedades mecánicas. La cantidad de estaño es muy crítica e influye en el comportamiento dimensional de la aleación durante su cristalización, por lo que la proporción era 1:1 con mercurio. En 1920, la ADA, elaboró la primera especificación para la amalgama dental, en la que por primera vez permitía realizar una serie de prueba patrones para eliminar los productos que presentaban propiedades indeseables y deficiente desempeño clínico. También se especificó que las aleaciones para amalgama de plata debes estar constituidas esencialmente de plata y estaño. Otros elementos como el cobre, paladio y cinc pueden estar presentes, siempre que sus cantidades las de plata y estaño (Nocchi, 2008). En 1963, surgió la primera aleación para amalgama enriquecida con cobre, mayor resistencia a la compresión y mejor desempeño clínico (Assed, 2008). Actualmente la aleación de amalgama está compuesta por mercurio líquido (50%), plata (35%), cobre (2%), estaño (13%) y en ocasiones se le añade zinc (Macías, Zamora y Bayardo, 2015).

Clasificación de la Amalgama

A. Según la forma de la partícula de la aleación:

- Partículas irregulares o fresadas: las partículas que se obtienen son el resultado del fresado de un lingote (resultado de la fusión de los componentes de la aleación) que genera un polvo con partículas irregulares (Nocchi, 2008).
- Partículas esféricas: los componentes de la aleación son resultado de la atomización gaseosa del estado líquido de la aleación (Nocchi, 2008).

B. Según el contenido de cobre:

- Aleaciones con bajo contenido de cobre: presentan menos del 6% de cobre en el peso de su composición y son de forma irregular (Nocchi, 2008).
- Aleaciones con alto contenido de cobre: tienen más del 6% de cobre en el peso de su composición (Nocchi, 2008). E incorpora más del 65% en peso de plata, más del 29% en peso de

C. Según el contenido de cinc:

- Aleaciones sin cinc: cantidad menor o igual al 0,01% de cinc en su peso (Nocchi, 2008).
- Aleaciones con cinc: presentan una cantidad mayor a 0,01% en el peso. Esta aleación se debe manejar con precaución porque si entra en contacto con la humedad de la boca puede desencadenarse un fenómeno denominado “expansión tardía”, que produce un aumento volumétrico de la restauración (Nocchi, 2008).

Composición de la Amalgama

La amalgama es el resultado de la mezcla de mercurio líquido y partículas sólidas de una aleación que contiene plata, estaño, cobre y otros elementos entre los que destaca el cinc, a través de la trituración o amalgamación (Reis y Dourado, 2012). Existen tres tipos de amalgama: amalgama convencional o clásica, amalgama con alto contenido de cobre y amalgama con cinc. La amalgama convencional o clásica presenta una composición de:

- Plata 40 a 70%
- Estaño 17 a 30%
- Cobre 2 a 40%
- Cinc 0 a 2%
- Indio 0 a 10%
- Paladio 0 a 7%
- Mercurio 0 a 3%

Cova, 2010 y Reis y Dourado, 2012

La plata es el componente principal pues constituye las dos terceras partes de la composición total. Se encuentra asociada al estaño en forma de un compuesto intermetálicos, comúnmente descrito como fase γ . Este elemento incrementa la resistencia de la restauración y reduce la fluidez de la amalgama bajo la acción de cargas mecánicas, pero se expande durante su endurecimiento (Reis y Dourado, 2012).

Adicionalmente, en las aleaciones actuales el estaño representa casi la cuarta parte de la composición; su presencia facilita la fusión de la mezcla de la aleación con el mercurio a temperatura ambiente y reduce la expansión de la plata. El cobre contribuye para mejorar la

resistencia y dureza mecánica de la amalgama, disminuyendo la fluidez y corrosión. Su presencia otorga un tiempo de fraguado más uniforme (Cova, 2010) y (Reis y Dourado, 2012).

El cinc, ayuda en el proceso de fabricación de las aleaciones y no permite la oxidación de los metales durante la fusión. Además, tiene afinidad por el oxígeno y las impurezas manteniendo los instrumentos limpios durante la condensación; y es el responsable de la expansión retardada y de reducir la posibilidad de formación de otros óxidos (Cova, 2010) y (Reis y Dourado, 2012).

Esta amalgama de plata clásica es una aleación metálica consistente en mercurio combinado con una aleación metálica en polvo de plata y estaño principalmente. La cantidad de mercurio necesaria para la amalgamación (proceso de mezclado de la aleación de amalgama con el mercurio por medio de presión de trituración), se sitúa entre el 42% y el 54%, dependiendo del tipo de amalgama. Sin embargo, el mercurio, no debe exceder el 55% debido a que se reducen drásticamente las propiedades metálicas (Treviño, 2016). El mercurio que se mezcla con la aleación debe ser químicamente puro. La contaminación por agentes comunes, pueden provocar daño pulpar. El mercurio al mezclarlo con la aleación produce la amalgamación (Treviño, 2016).

Tipos de Aleaciones para Amalgama Dental.

- a. Aleaciones de partículas grandes: requieren más mercurio para la amalgamación.

La mezcla final es más propensa a carecer de blandura, lo cual dificulta la adaptación de la amalgama a las paredes cavitarias. Ya esculpida la amalgama

deja una superficie áspera más susceptible a pigmentación y corrosión (Treviño, 2016).

- b. Aleaciones de partículas pequeñas: para amalgama endurecen más rápido, tienen mayor resistencia inicial y requieren menor cantidad de mercurio. Al tallar la anatomía, queda la superficie más tersa, no áspera lo que la hace menos susceptible a la pigmentación y corrosión y más fácil de ser pulida (Treviño, 2016).
- c. Aleaciones esféricas: se obtienen por atomización de la aleación fundida con lo cual se elimina el óxido de la superficie de las esferas y permite una mejor amalgamación. Para las aleaciones esféricas, la cantidad de mercurio recomendada estará cerca del 42% (Treviño, 2016).

El Mercurio como Componente de la Amalgama.

El mercurio, es un metal presente en la naturaleza, en el aire, agua y suelo. Se ha utilizado por siglos con fines comerciales y medicinales. A partir del año 2000 A.C, se extraía de las minas el mercurio, pero en forma de cinabrio del cual, en China, se hacía una tinta roja para usar en las inscripciones. Los egipcios usaban este metal para la fabricación de pigmento rojo. Ya entre los siglos XVI y XIX, el mercurio se empieza a usar para el tratamiento de la sífilis e incluso para tratar alteraciones cardíacas (Blesa y Castro, 2015).

El mercurio, presenta propiedades químicas y físicas únicas, es el único metal que tiene un punto de fusión de 390°C que lo hace líquido a temperatura ambiente, mata bacterias y hongos, es un buen conductor de la electricidad y pobre conductor del calor. Es un metal ubicuo, es decir que cualquier elemento que se analice ya sea natural o artificial tendrá la presencia al menos de trazas de mercurio (Cova, 2010).

Este elemento se combina fácilmente con otros metales, el término latón, se usa para hacer referencia a las aleaciones de cobre y cinc y el término bronce hace referencia a las aleaciones de cobre y estaño. Y el término amalgama, hace referencia a una aleación de mercurio con cualquier otro metal o metales (Perdomo y Perdomo, 2004).

En odontología, el uso de mercurio como parte de la aleación para rellenos cavitarios, ha sido controversial desde mediados del siglo XIX y en los últimos 25 años se ha intensificado pues se realizaron pruebas analíticas que mostraron la liberación continua de mercurio por parte de las amalgamas dentales. Sin embargo, organismos internacionales y agencias reguladoras, como la Organización Mundial de la Salud (OMS), el Departamento de salud y servicios humanos y el U.S. Food and Drug Administration, han evaluado el riesgo que representaría las restauraciones de amalgama para la salud humana, y han concluido que no hay ninguna razón para desaconsejar su uso (Bates, 2005).

El mercurio se encuentra en tres formas químicas: elemental, inorgánica y orgánica (Cova, 2010) y (Bose-O'Reilly, McCarty, Steckling, y Lettmeier, 2010). Todos los compuestos presentan una toxicidad con afinidad hacia el sistema nervioso central y el riñón (Bataller, 2004).

Tipos de Mercurio.

Existen tres formas principales de mercurio que difieren entre sí por su toxicocinética, absorción, distribución y acumulación en el cuerpo humano.

El mercurio elemental o metálico, es un líquido plateado a temperatura ambiente, poco soluble y por tanto poco tóxico al ingerirse (Bataller, 2004). Sin embargo, puede emitir vapores tóxicos a cualquier temperatura y generar intoxicaciones agudas o crónicas por su

inhalación. Este tipo de mercurio es lipofílico, y se almacena en los tejidos grasos (Bose-O'Reilly., et al, 2010).

El mercurio es altamente difusible a través de las biomembranas y bio oxidado intracelularmente a mercurio inorgánico (Bataller, 2004). El vapor de mercurio (Hg^0) liberado a partir del mercurio elemental a temperaturas fisiológicas, es absorbido por el cuerpo humano (Brownawell, et al., 2005).

El mercurio inorgánico puede ser un componente de algunos desinfectantes, fuegos artificiales, conservantes y productos químicos empleados en el revelado fotográfico (Goldman y Schafer, 2013). Las partículas de la amalgama de plata están compuestas de mercurio inorgánico. Es soluble en agua y menos difusible a través de las biomembranas que el mercurio elemental (Bataller, 2004).

El mercurio orgánico (metilmercurio y etilmercurio), es altamente liposoluble y la presentación de mercurio más peligrosa para la salud humana (Bose-O'Reilly., et al, 2010). La ingestión de mercurio orgánico es la vía más eficaz para la llegada de este metal al cerebro (Goldman y Schafer, 2013).

El metilmercurio, la forma más predominante de mercurio orgánico representa un riesgo a través del consumo de pescado; se absorbe mejor y tiene mayor movilidad que el mercurio inorgánico en el cuerpo humano. El etilmercurio, se utiliza como conservante en algunas vacunas (Bose-O'Reilly., et al, 2010).

Toxicocinética del Mercurio.

El mercurio, es un elemento que molecularmente presenta una gran afinidad por los sulfuros. De ahí que, los grupos sulfhidrilos que presentan los aminoácidos de las enzimas encargadas de controlar la velocidad de las reacciones metabólicas en el cuerpo humano,

sean atacados por el metal ingerido o por moléculas que contienen este metal (Crespo, et al., 2005).

El mercurio elemental ingerido se absorbe mal por vía digestiva y prácticamente no produce ninguna toxicidad. Sin embargo, es a través de la vía respiratoria que el mercurio metálico, tiene la vía de entrada elemental en el organismo (Goldman y Schafer, 2013). Alrededor del 75% de los vapores inhalados de mercurio elemental se distribuyen por los tejidos y eritrocitos. Una parte del mercurio metálico atraviesa la barrera hematoencefálica y se produce su oxidación dentro del sistema nervioso central, provocando la acumulación de mercurio bivalente en el cerebro. La facilidad del mercurio elemental de atravesar membranas hace que se fije también en el riñón (Bataller, 2004).

El mercurio inorgánico se distribuye de forma no uniforme después de la absorción, concentrándose mayormente en el riñón. Atraviesa con dificultad la barrera hematoencefálica y placenta. Se une a la proteína metalotioneína (Bataller, 2004). La orina y las heces son las principales vías de eliminación para los compuestos mercuriales inorgánicos.

El mercurio orgánico atraviesa la barrera hematoencefálica y la placenta, y genera más efectos neurológicos y teratogénicos que el mercurio en su presentación inorgánica. Se distribuye uniformemente por el organismo, pero predomina en el riñón, hígado y eritrocitos. El mercurio orgánico se elimina principalmente por las heces (Bataller, 2004).

Tabla #1. Visión general de los tipos de mercurio y sus fuentes

Tipo de mercurio	Fuente de exposición	Ruta de exposición	Eliminación	Toxicidad
Elemental	Minas de oro artesanales Amalgamas dentales Cremación Termómetros y otros dispositivos Remedios caseros Volcanes Combustión Incineración de residuos	Inhalación	Orina y heces	Sistema nervioso central Riñones Pulmones Piel
Inorgánico	Comida obtenida de sitios contaminados Tiomersal Cosméticos Medicina casera Lámparas Fotografía Desinfectantes	Ingestión	Orina	Sistema nervioso central Riñones Tracto gastrointestinal Piel
Orgánico (metilmercurio)	Pescado Preservantes Fungicidas	Ingestión Parenteral Transplacental	Heces	Sistema Nervioso Central Cardiovascular

Efectos del Mercurio a Nivel del Sistema Nervioso.

El mercurio, es un elemento peligroso porque es causante de numerosos efectos adversos en la salud humana. La interrupción generalizada de la fisiología celular en el cuerpo humano por parte del mercurio se explica por su alta afinidad a los grupos sulfhidrilo lo que genera reacciones alteradas. Este mecanismo de interacción con los grupos sulfhidrilo, es de suma importancia en toxicología, porque en el medio biológico los grupos sulfhidrilo están en exceso respecto del mercurio (Blesa y Castro, 2015).

De esta forma, los grupos sulfhidrilos presentes en las enzimas que controlan la velocidad de las reacciones metabólicas importantes en el cuerpo humano, son atacados por el mercurio ingerido o por las moléculas que contienen este elemento. Por otro lado, si es que las proteínas afectadas forman parte de estructuras fundamentales para la supervivencia celular, como en los microtúbulos, el mercurio podría alterar estas estructuras hasta destruirlas y lograr así un daño irreparable en la célula (Perdomo y Perdomo, 2004).

Si bien la alteración de los microtúbulos por el mercurio ya se ha identificado en distintas líneas celulares, las células neuronales son más sensibles. En estas células, la integridad de los microtúbulos es crítica para que exista un adecuado desarrollo del sistema nervioso en procesos como la proliferación celular, la migración postmitótica de las neuronas para constituir las capas corticales de estructuras como el cerebro y cerebelo, y la extensión y estabilización de las neuritas y el transporte axodendrítico (Crespo, et al., 2005). Es por todo lo anteriormente señalado que la toxicidad del mercurio a dosis altas resulta letal, e incluso se lo asocia en altas concentraciones, de ser responsable de enfermedades como el Parkinson, Alzheimer, autismo, artritis y esclerosis múltiple (Perdomo y Perdomo, 2004).

A los niños se los considera de forma general, especialmente susceptibles a los tóxicos pues existen en ellos fases particulares del desarrollo que, ante la exposición de determinados elementos químicos, físicos y/o biológicos, podrían verse afectadas de forma irreversible. La exposición de los niños al Hg elemental desencadenaría alteración en el desarrollo del sistema nervioso central, trastornos de personalidad, falla de función motora y trastornos conductuales (Macías, Zamora y Bayardo, 2015).

Mercurio Liberado de las Amalgamas Dentales.

Existen tres fuentes principales de exposición al mercurio a las que la población en general está expuesta, estas son: el consumo de pescado (metilmercurio), las vacunas (etilmercurio) y las amalgamas dentales (vapor de mercurio y mercurio inorgánico). Esta última representa la fuente principal de exposición de bajo nivel (Macías, Zamora y Bayardo, 2015). El mercurio está presente en las amalgamas dentales como el elemento que hace posible el endurecimiento del material restaurador una vez que se lo ha colocado en boca.

Si bien, con el paso de los años, se ha demostrado que no es necesario la presencia en altas concentraciones de mercurio para obtener la amalgama, aún se sigue asociando al vapor de mercurio liberado de las mismas con una variedad de enfermedades sistémicas (Perdomo y Perdomo, 2004). Por lo que se han realizado estudios para resolver la interrogante de si el mercurio que se escapa de las restauraciones de amalgama es suficiente para causar efectos adversos en la salud.

El mercurio liberado de las amalgamas tiene dos presentaciones, una como mercurio elemental y otra como mercurio inorgánico. Ambas formas se absorben muy poco a través de la vía digestiva, el mercurio elemental se absorbe en una proporción menor al 0,01 % y el mercurio inorgánico en una proporción inferior al 10%. La Organización Mundial de la

Salud, admite que la ingesta diaria de mercurio sea de 300 a 500 microgramos, y considerando que la cantidad de mercurio que podría liberarse de la restauración de amalgama es de aproximadamente 25 microgramo al día, por la vía digestiva se absorbería de 0,18 a 1,4 microgramos; estos valores muestran que el mercurio liberado de la amalgama dental sería incapaz de provocar efectos colaterales. La vía respiratoria y cutánea son las otras dos vías de absorción de mercurio. A través de la primera se logra permite una absorción entre el 65 y el 85 %. Y la segunda se encuentra más en relación con los odontólogos que con los pacientes portadores de amalgama (Llobell y Llena, 2014).

De acuerdo a un estudio realizado por Mackert y Berglund, por cada 12 restauraciones de amalgama, la tasa de liberación de mercurio es de aproximadamente 1,7 microgramos por día, por lo que tan solo el 10% de la ingesta diaria de mercurio de todas las fuentes incluyendo el aire, el agua y la dieta, se podría atribuir a las amalgamas dentales (1990). A este ritmo se requerirían 10 mil años para liberar todo el mercurio proveniente de una restauración de amalgama (Osborne, Summit & Roberts, 2002).

Operatoria Dental en Odontopediatría

La operatoria dental, es la disciplina odontológica encargada de la prevención, diagnóstico, tratamiento de las alteraciones dentales, así como también de la restauración de las lesiones, alteraciones o defectos que puede presentar un diente, con el fin de devolverle su forma, estética, función en el aparato masticatorio y armonía con los tejidos circundantes (Barrancos, 2006).

Materiales para Restauraciones en Dientes Primarios.

La cavidad oral es un obstáculo para mantener la integridad de la estructura dental y de los materiales usados en su restauración o sustitución. Factores como la placa dental, los

alimentos y las bebidas hacen que el pH de la saliva fluctúe todos los días de muy alcalino a muy ácido convirtiéndose así la cavidad oral en un ambiente con condiciones óptimas para la acumulación de depósitos en la superficie dental, que pueden degradar las restauraciones y la estructura dental. Por estas y otras razones, los materiales de restauración están sujetos a fractura, solubilidad, cambio dimensional y decoloración (McDonald, Avery y Dean, 2014).

Los principios básicos de preparación cavitaria en Odontopediatría y las técnicas manejadas para el uso de materiales dentales restaurativos, son semejantes a los manejados en dentición permanente. Sin embargo, en lo que a niños se refiere el margen de errores es muy pequeño, por lo que el operador está en la obligación de: seleccionar el material idóneo acorde a la necesidad del paciente, controlar cuidadosamente todos los detalles de la técnica y emplear el instrumental con las dimensiones y características adecuadas.

Los materiales para obturación son aquellos materiales destinados a rellenar las cavidades preparadas en dentición temporal o permanente. Estos materiales restauradores se dividen en dos grupos: materiales poliméricos y metálicos.

Dentro de los poliméricos están los composites, compómeros y ionómeros junto con los adhesivos dentales. En el grupo de los materiales metálicos está la amalgama dental (Boj, et al., 2004).

De acuerdo a Van Waes y Stöckli, existen ciertos requisitos que un material de obturación para molares primarios debe cumplir, estos son (2003):

- Fácil manejo: evitando en lo posible fondos cavitarios, primers u otros pasos intermedios
- Transformable con matrices metálicas

- Que requiera poco tiempo de trabajo para colocar la obturación
- Poco sensible a la humedad y a errores de manipulación
- De endurecimiento controlable y rápido
- Anclaje a la sustancia dura, márgenes gruesos
- No tóxico, ni local ni sistémicamente
- Que no contenga componentes de olor intenso
- Resistencia química máxima
- Liberación de flúor
- Radiopaco
- Resistencia a la abrasión y con coeficiente de expansión térmica semejante al del esmalte del diente temporal
- Resistencia a las fracturas, incluso cuando la dureza del material es baja
- Que se pueda pulir
- Barato, que no tenga que pasar por el laboratorio

Actualmente para restaurar dientes primarios, contamos con una amplia gama de materiales, entre los que destacan el ionómero de vidrio, las resinas (composites) y la amalgama.

La Amalgama en Odontopediatría

La amalgama es un material con el que se realizan restauraciones de inserción plástica. Con el propósito de trabajar la amalgama, se mezcla un polvo con un líquido. La masa plástica resultante se inserta en una preparación adecuadamente realizada en un diente para que, dentro de ella, adquiera un estado sólido (Martínez, 2016).

La amalgama está indicada para obturaciones de cavidades en dentición primaria y permanente y representa el material de elección para restaurar debido a que presenta una durabilidad superior a la de los composites, compómeros o ionómeros (Boj, et al., 2004).

Ventajas y Desventajas de la Utilización de las Restauraciones de Amalgama en Odontopediatría.

A pesar de los esfuerzos realizados por los clínicos, investigadores y fabricantes de materiales, actualmente la amalgama es bastante usada y muestra éxito comprobado tanto en cavidades pequeñas como en restauraciones complejas.

Ventajas

- Biocompatible, inerte a los tejidos periodontales, por la alta lisura su superficie, proporcionando un área con menor retención de placa
- Longevidad
- Resistencia al desgaste
- Facilidad de manipulación
- Bajo costo
- Es auto sellante por los productos de corrosión en la interfase diente/restauración
- Alta resistencia mecánica

Desventajas

- Estética, su color hace contraste con el tejido dental
- Márgenes frágiles, necesita un espesor adecuado para presentar buena resistencia mecánica
- Exigente preparación cavitaria

- Probabilidad que presente oxidación y corrosión
- Buen conductor de calor, por lo que se necesita de aislamiento térmico en las cavidades
- Sufre acción por la corriente galvánica
- Contaminante ambiental

Indicaciones y contraindicaciones de la utilización de las restauraciones de amalgama.

Indicaciones

- Pacientes con alto riesgo de caries se pueden beneficiar de este tipo de restauraciones porque los productos de corrosión proporcionan cierta inhibición de la desmineralización
- Cavidades en dentina con bastante profundidad
- Restauración de cavidad de tipo I y II
- Factores económicos
- Grandes reconstrucciones

Contraindicaciones

- En casos en los cuales la estética es un factor preponderante
- Cavidades poco profundas con limitación a esmalte
- Cavidades con profundidad menor que su ancho

Seguridad de la amalgama en los niños.

Como se ha expuesto a lo largo de este trabajo los niños son un grupo especialmente vulnerable a los efectos tóxicos del mercurio que repercuten sobre todo a nivel del sistema

nervioso y renal. Siendo la amalgama un material bastante usado en la actualidad para restauraciones en niños, es de suma importancia determinar si el vapor de mercurio liberado causa efectos adversos en su salud.

Para empezar, cabe aclarar que el mercurio de las restauraciones está ligado y quedan cantidades libres muy bajas. Es por ello que se han hecho estudios midiendo la cantidad de mercurio en sangre en pacientes con restauraciones de amalgama y sin ellas. Y se han encontrado diferencias de 0,7 nanogramos/ml portadores de múltiples restauraciones de amalgama y 0,3 nanogramos /ml en pacientes sin amalgamas. En comparación, se ha medido la cantidad de mercurio en sangre en personas que consumen pescado azul al menos una vez a la semana y se ha determinado valores en sangre entre 2,3 y 51 nanogramos/ml. Por lo tanto, la contaminación por mercurio proveniente de una restauración de amalgama es muy baja o casi despreciable (Boj, et al., 2004).

Un estudio realizado por DeRouen, et al., tomó como muestra a 507 niños entre 8 y 10 años y se los dividió en dos grupos al primero se le restauraron sus caries dentales con amalgama y al segundo con resina. Se los sometió a un seguimiento durante 7 años. Anualmente los niños se les evaluaba su desarrollo neuroconductual, las velocidades de conducción nerviosa y su nivel de inteligencia. Al final se logró concluir que no existió ninguna diferencia significativa entre ambos grupos. Lo que permite concluir que la amalgama dental no tiene relación alguna con alteraciones en la memoria, coordinación visomotora, función o velocidades de conducción nerviosa (2006).

Tabla #2. Estudio n°1 de la seguridad de la amalgama dental en los niños

Título del artículo	Neurobehavioral effects of dental amalgam in children a randomized clinical trial			
Objetivo	Determinar si las restauraciones de amalgama representan un riesgo para la salud de los niños			
Duración de estudio	7 años			
Población	Niños entre 8 y 10 años de Lisboa (Portugal)			
Intervención	Caries dentales posteriores restauradas con amalgama			
Comparación	Caries dentales posteriores restauradas con resina compuesta			
Muestra	507 niños de los cuales 253= grupo de amalgama y 254= grupo de resina compuesta			
Metodología	<p>Realizar anualmente</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Pruebas neuroconductuales 2. Velocidades de conducción nerviosa 3. Pruebas de inteligencia 			
Resultados		Test	Amalgama	Resina
		Memoria		
		Prueba de aprendizaje auditivo verbal de Rey (RAVLT) memoria	9.65	9.73
		RAVLT aprendizaje	46.06	47.36
		Escala de memoria de WMS II reproducción retrasada	33.02	32.68
		Escala de memoria de WMS II reproducción inmediata	35.15	35.79
		Atención, concentración		
		Escala de Wechsler WAIS III de inteligencia III símbolos numéricos	9.45	9.42
		WAIS III búsqueda de símbolos	9.77	9.40

	WAIS III de intervalo de dígitos	7.70	7.64
	WAIS III espacial	9.43	9.03
	Pruebas para adultos A (segundos)	28.72	28.94
	Pruebas para adultos B (segundos)	65.34	63.84
	Palabra Stroop	41.41	41.70
	Color stroop	42.67	41.59
	Palabra color stroop	48.42	46.99
	Visomotor		
	WAIS matrices	24.83	24.44
	Evaluación a gran escala de las habilidades visomotoras WRAVMA dominante	119.51	119.76
	Evaluación a gran escala de las habilidades visomotoras WRAVMA no dominante	119.01	119.38
	Tiempo de reacción estándar	0.77	0.76
	Finger Tapping dominante	50.51	50.50
	Finger Tapping no dominante	44.48	44.49
	Inteligencia		
	Test de inteligencia no verbal CTONI	81	81
	Test de inteligencia WAIS	94	92

DeRouen, et al., 2006

Del mismo modo, un estudio propuesto por Bellinger, et al., reunió a 534 niños de los cuales 267 fueron tratados con amalgama dental en sus unidades dentarias. El objetivo de este

estudio fue probar si los niveles de mercurio que eventualmente se liberarían de las amalgamas colocadas, tenían algún efecto a nivel nervioso y/o renal. Al final se logró comprobar que su función neuropsicológica y renal no fueron afectadas (2006).

Tabla #3. Estudio n°2 de la seguridad de las amalgamas dentales en los niños

Título del artículo	Neuropsychological and renal effects of dental amalgam in children a randomized clinical trial			
Objetivo	Determinar si las restauraciones de amalgama representan un riesgo para la salud de los niños			
Duración de estudio	5 años			
Población	Niños entre 6 y 10 años de Inglaterra			
Intervención	Caries dentales posteriores restauradas con amalgama			
Comparación	Caries dentales posteriores restauradas con resina compuesta			
Muestra	534 niños de los cuales 267= grupo de amalgama y 267= grupo de resina compuesta			
Metodología	<p>4. Al cabo de 5 años se midió los niveles de mercurio en orina</p> <p>5. Diferencias al inicio del estudio y al cabo de años de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • IQ • Índice de memoria general • Puntaje visomotor 			
Resultados		Prueba realizada	Amalgama	Resina
		Nivel de mercurio en orina al cabo de 5 años	0.9	0.6
		Diferencia en IQ después de 5 años	3.1	2.1
		Diferencia en el índice de memoria al cabo de 4 años	8.1	7.2

Bellinger, et al., 2006

Los estudios clínicos que se han presentado permiten concluir que los empastes de amalgama no tienen efecto alguno sobre la salud de los niños. En concordancia con lo expuesto, organismos internacionales como la FDA y ADA, han reconocido que si bien de la amalgama dental se liberan vapores de mercurio que son absorbidos por los pulmones, solo los altos niveles de exposición podrían a estos asociarse con efectos adversos en el cerebro y riñones, y este no es el caso de la amalgama. Incluso existen estudios que revelan que una dieta basada en una comida a la semana de productos del mar eleva la concentración del mercurio en la sangre de a aproximadamente 5,4 microgramos/ml, lo que quiere que esto eleva siete veces más que varias restauraciones de amalgama presentes en la cavidad oral (Llobel y Llena, 2014).

DISCUSIÓN

Actualmente, debido a la labor investigativa y al desarrollo de nuevas tecnologías se encuentran en el mercado nuevos materiales odontológicos para restauraciones de dientes primarios. Sin embargo, es innegable que la amalgama sigue siendo usada y con bastante frecuencia sobre todo en países como el nuestro. No obstante, de aquello, existe una controversia respecto de este material por el mercurio que se desprende del mismo y las supuestas consecuencias sobre la salud, de los niños en especial.

La exposición al mercurio de la amalgama se da a través de distintas vías : la primera es por medio de la inhalación de aire que contiene mercurio elemental que se libera de la amalgama; la segunda incluye a la ingestión de partículas de amalgama provenientes de las superficies dentales desgastadas que estaban restauradas; la tercera vía de exposición es por medio de la saliva en la que se ha disuelto los productos del mercurio; una cuarta vía es a través de los procedimientos de operatoria dental que incluyen la colocación, restauración o remoción de la amalgama; una quinta vía puede crearse cuando se está retirando la amalgama y las partículas de esta se incrustan en el tejido blando y crean una especie de tatuaje (Uçar y Brantley, 2011).

Esta exposición al mercurio hace que varios profesionales odontológicos y en especial odontopediatras, no elijan a la amalgama dental como primera opción para las restauraciones de dientes primarios. En concordancia, quienes aseguran que la amalgama dental no es un material seguro para los niños señalan que el desarrollo de su sistema nervioso central se vería especialmente afectado puesto que los vapores de mercurio provenientes de la amalgama se absorben por el sistema respiratorio y son distribuidos a través de la sangre hasta los órganos blanco (sistema nervioso central y riñones) (Osborne, 2002).

En un estudio realizado por Lorscheider, et al., se determinó que las restauraciones de amalgama dental constituyen la principal fuente de mercurio en personas que no están expuestas a ese metal en sus lugares de trabajo (1995). De hecho, una vez que la amalgama dental entra en función los vapores de mercurio (Hg^0) se liberan del mercurio elemental y son absorbidos por el cuerpo humano. Este proceso se repite en la masticación y ante el contacto de bebidas calientes con la cavidad oral.

De acuerdo a Brownawell, et al., la asociación que existe entre obturaciones de amalgama y algunos signos y síntomas asociados con la intoxicación por mercurio del mercurio elemental, representa el punto de partida para que se asocie a las amalgamas con efectos adversos en la salud. Dentro de los síntomas se incluyen ataxia, irritabilidad, depresión, fatiga crónica, pérdida de memoria, pérdida de la audición y disminución en la velocidad de conducción nerviosa. Es por estos riesgos que se desaconseja el uso de la amalgama en grupos sensibles como son los niños en desarrollo (2005).

A pesar de que la exposición y absorción de mercurio por la amalgama es real, existen varios estudios que avalan su seguridad en niños y adultos. Por lo tanto, la tasa y los niveles de liberación del mercurio a partir de las restauraciones de amalgama han sido determinados por varios informes, así para Osborne, et al., por cada 12 restauraciones de amalgama en la boca, la tasa de liberación de esas restauraciones es de 1,7 microgramos por día aproximadamente, esta tasa de liberación ha sido corroborada por otros también (2002). Asimismo, la Administración de Seguridad y Salud Ocupacional (OSHA), acepta como seguro una cantidad de vapor de mercurio 100 veces superior al importe de una persona con 9 restauraciones de amalgama. De ahí que, si bien existen ciertos signos y síntomas relacionados con la intoxicación por mercurio, estos se

presentan en personas con exposición ocupacional a largo plazo, es decir valores por encima a 50 microgramos/m³ (Bataller, 2004).

Estudios realizados en Europa señalan que consumir una vez a la semana productos del mar, eleva la concentración de mercurio en la sangre de 2,3 a 5,4 microgramos/ml, contribuyendo a que el nivel de mercurio se eleve siete veces más que lo que algunas restauraciones de amalgama en boca lo podrían hacer (Llobell y Llena, 2014).

Como ya se ha expuesto antes, los niños son vulnerables a las amenazas ambientales. Existen periodos específicos en su desarrollo que, ante la exposición de algún agente químico, físico y/o biológico, podrían resultar efectos adversos en su salud pues los diferentes sistemas del cuerpo humano se continúan diferenciando y madurando. Una exposición ante el mercurio podría causar un efecto irreversible en ellos.

Pensando en ello, se han realizado dos estudios muy específicos que tienen por objeto demostrar la seguridad de colocar amalgama en los niños y romper con el miedo que puede generar restaurar con la misma por los todos los posibles efectos en la salud que podría abarcar su presencia. Los estudios se realizaron a largo plazo, cinco y siete años y ambos revelaron al final la ausencia de diferencias entre las puntuaciones de niños cuyas unidades dentarias fueron restaurados con amalgama o con composite. Las pruebas que se realizaron incluyeron medir: inteligencia, aprendizaje, logros, lenguaje, memoria, habilidades visuales-espaciales, fluidez de habla, función motora fina, resolución de problemas, y atención. Ninguna de estas pruebas arrojó un dato alarmante o diferencia significativa en el grupo de niños que tenían restauraciones de amalgama. De ser la amalgama la responsable de generar una exposición crónica al mercurio, cualquiera de las pruebas hubiese resultado alterada y se podría considerar a la amalgama la principal fuente de exposición peligrosa al mercurio.

CONCLUSIONES

- a. La amalgama representa una opción viable y segura de restauración dental para los niños.
- b. No se encontraron diferencias significativas, de efectos adversos de tipo neuropsicológico o renal al cabo de 5 y 7 años, en niños cuyas caries fueron restauradas con amalgama dental o con composites.
- c. Los efectos de las restauraciones de amalgama sobre la salud de los niños, no puede ser considerada como determinante para considerar a la amalgama como el material restaurador de primera elección.
- d. La amalgama dental eleva los niveles de mercurio en orina, pero aún no se ha determinado si esto representa un verdadero atentado para la salud de los niños, y de la población en general.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Assed, S. (2008). *Tratado de Odontopediatría*. Bogotá, Colombia: Amolca.
- Barrancos, J. (2006). *Operatoria Dental: Integración clínica*. Buenos Aires, Argentina: Médica Panamericana.
- Bataller, R. (2004). *Toxicología clínica*. Valencia, España: Romeu.
- Bates, M. N. (2005). Mercury amalgam dental fillings: An epidemiologic assessment. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 209, 309-316. doi: 10.1016/j.ijheh.
- Bellinger, D. C., Trachtenberg, F., Barregard, L., Tavares, M., Cernichiari, E., Daniel, D., et al. (2006). Neuropsychological and renal effects of dental amalgam in children: a randomized clinical trial. *JAMA*, 295(15), 1775–1783.
- Blesa, M. A. y Castro, G. D. (2015). *Historia Natural y Cultural del Mercurio*. Buenos Aires, Argentina: AAPC.
- Boj, J. R., Catalá, M., García, C. y Mendoza, A. (2004). *Odontopediatría*. Barcelona, España: Masson.
- Bose-O'Reilly, S., McCarty, K. M., Steckling, N., y Lettmeier, B. (2010). Mercury Exposure and Children's Health. *Current Problems in Pediatric and Adolescent Health Care*, 40, 186-215. doi: 10.1016/j.cppeds.
- Cohlmiá, M. (2014). The different types of fillings. *Oklahoma Dental Association Journal*, 105(4), 9.

- Cova, J. L. (2010). *Biomateriales Dentales*. Bogotá, Colombia: Amolca.
- Crespo, M. E., Herculano, A. M., Corvelo, T. C., y Do Nascimento, J. L. (2005). Mercurio y Neurotoxicidad. *Revista Neurológica*, 40 (7), 441-447.
- Department of health and human services. (1993). *Dental Amalgam. A Scientific and Recommended Public Health Service Strategy for Research, Education and Regulation*. Washington, DC: Autor.
- DeRouen, T. A., Martin, M. D., Leroux B. G., Townes B.D., Woods J. S., Leitao J., et al. (2006). Neurobehavioral effects of dental amalgam in children: a randomized clinical trial. *JAMA*, 295 (15), 1784-1792. doi:10.1001/jama.295.15.1784.
- Goldman, L. y Schafer, A. (2013). *Tratado de Medicina Interna*. Barcelona, España: Elsevier.
- Llobell, A. y Llena, C. (2014). Análisis y conclusiones sobre Seguridad y tratamiento con Restauraciones de amalgamas de plata. *Oris*, 3, 28-30.
- Lorscheider, F., Vimy, M. J., Summers, A. O., y Zwiers, H. (1995). The dental amalgam mercury controversy -inorganic mercury and the CNS; linkage of mercury and antibiotic resistance in intestinal bacteria. *Toxicology*, 97, 19-22.
- Macías, L., Zamora, A. & Bayardo, R. (2015). Mercurio liberado por la amalgama dental ¿un daño real para la salud? *Tamé*, 4 (11), 402-406.
- Mackert, J. R., y Berglund, A. (1997). Mercury exposure from dental amalgam fillings: absorbed dose and the potential for adverse health effects. *Critical Reviews in Oral Biology & Medicine: SAGE Journals*, 8(4), 410-436.

- Martínez, R. (2016). *Odontología Pediátrica Actual*. Estado de México, México: Master Books.
- Mc Donald, R. E., Avery, D. R., y Dean, J. A. (2014). *Odontología para el niño y el adolescente*. New York, USA: Amolca.
- Nocchi, E. (2008). *Odontología Restauradora: Salud y Estética*. Buenos Aires, Argentina: Médica Panamericana.
- Osborne, J. W., Summit, J. B., y Roberts, H. W. (2002). The use of dental amalgam in pediatric dentistry: review of the literature. *Pediatric Dentistry*, 24(5), 439 -447.
- Perdomo, A. P. y Perdomo, M. G. (2004). *Implicaciones acerca de los beneficios y/o consecuencias del empleo del mercurio en odontología* (Tesis de postgrado). Universidad de El Salvador, El Salvador.
- Reis, A. y Dourado, A. (2012). *Materiales Dentales Directos de los Fundamentos a la Aplicación Clínica*. Sao Paulo, Brasil: Santos.
- Treviño, R. (2016). *Manual de laboratorio de materiales dentales*. México, D. F, México: El Manual Moderno.
- Uçar, Y., y Brantley, N. A. (2011). Biocompatibility of Dental Amalgams. *International Journal of Dentistry*, 1-7. doi:10.1155/2011/981595.
- Van Waes, H. J., y Stöckli, P. W. (2002). *Atlas de Odontología Pediátrica*. Barcelona, España: Amolca.