

TOCa
0074

**MANEJO DE LOS DESECHOS DE AMALGAMA EN LA CLÍNICA DE ADULTOS DEL COLEGIO
ODONTOLÓGICO COLOMBIANO - SEDE CALI**

EDUARDO CRIOLLO

SHIRLEY GONZÁLEZ

KAREN PORRAS

JULIÁN SABOGAL

COLEGIO ODONTOLÓGICO COLOMBIANO

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

SANTIAGO DE CALI

2002



**MANEJO DE LOS DESECHOS DE AMALGAMA EN LA CLÍNICA DE ADULTOS DEL COLEGIO
ODONTOLÓGICO COLOMBIANO - SEDE CALI**

EDUARDO CRIOLLO

SHIRLEY GONZÁLEZ

KAREN PORRAS

JULIÁN SABOGAL

**Monografía para optar al título de
Odontólogo**

**Director
Dr. LEONARDO DUQUE**

COLEGIO ODONTOLÓGICO COLOMBIANO

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

SANTIAGO DE CALI

2002



Nota de aceptación

Aprobado por el Comité de Trabajos de Grado en cumplimiento de los requisitos exigidos por el Colegio Universitario Colombiano, Facultad de Odontología, para otorgar el título de odontólogo.

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

Santiago de Cali, 15 de Marzo de 2002

Dedicado a mi padre, a mi madre, a mi hermano William, al doctor Leonardo Duque por su amable dedicación y, en general, a mis amigos y compañeros.

Eduardo

A Dios, quien nos permitió que todo se hiciera realidad. A nuestros padres, pues son ellos quienes nos apoyan en todo lo que hacemos y a nuestros amigos.

Karen, Julián, Shirley y Eduardo

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos a:

La universidad y los docentes, en especial al Dr. Leonardo Duque quien fue la luz que nos iluminó y nos guió durante todo el proceso

El personal de EMSIRVA E.S.P., por su ayuda y la forma tan amable como nos trataron.

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	11
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	12
2. JUSTIFICACIÓN	13
3. OBJETIVOS	14
3.1 OBJETIVO GENERAL	14
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
4. MARCO TEÓRICO	15
4.1 GENERALIDADES	15
4.2 ANTECEDENTES HISTÓRICOS	15
4.3 AMALGAMA DENTAL	18
4.3.1 Ventajas de la amalgama	19
4.3.2 Desventajas de la amalgama	19
4.3.3 Clasificación cronológica y composición	19
4.4 EL MERCURIO	20
4.4.1 Propiedades físico - químicas	20
4.4.2 Toxicología	20
4.4.2.1 Fuentes de intoxicación	20
4.4.2.2 Dosis tóxicas	22
4.4.3 Toxicocinética	22
4.4.3.1 Absorción	22
4.4.4 Distribución y metabolismo	23

4.4.5 Eliminación	25
4.4.6 Mecanismos de acción	25
4.4.6.1 Alteración de las actividades enzimáticas	25
4.4.6.2 Alteración de la composición de membranas	26
4.4.7 Cuadros clínicos	26
4.4.7.1 Vapores de mercurio	26
4.4.7.2 Compuestos inorgánicos	27
4.4.7.3 Compuestos orgánicos	27
4.4.8 Fuentes de contaminación por mercurio	28
4.4.9 Fuentes de exposición mercurial	30
4.4.9.1 Tabletas de limadura de plata que se mezclan con el mercurio que viene en frascos con dispensadores	30
4.4.9.2 Materiales necesarios para elaborar la amalgama dental almacenados para su uso posterior (normalmente con dosis preencapsuladas)	30
4.4.9.3 Amalgama dental mezclada pero sin fraguar, durante la trituration, la introducción y el fraguado intraoral	30
4.4.9.4 Restos de amalgama dental que no tiene suficiente aleación para consumir totalmente el mercurio presente	32
4.4.9.5 Amalgama dental sometida a procesos de acabado y pulido	32
4.4.9.6 Restauraciones de amalgama dental que son extraídas	32
4.4.10 Almacenamiento y reciclaje	33
4.5 RESIDUOS ESPECIALES	34
4.5.1 Definición y clasificación	34
4.5.2 Manejo	34
4.5.3 Almacenamiento de los residuos tóxicos en odontología	35
4.6 FUNCIÓN DEL FIJADOR RADIOGRÁFICO (HIPOSULFITO DE SODIO)	36

5. METODOLOGÍA	37
6. CONCLUSIONES	40
7. RECOMENDACIONES	41
BIBLIOGRAFÍA	46
ANEXOS	47

LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo A. Encuesta	47
Anexo B. Presentación gráfica de resultados de la encuesta	49
Anexo C. Fotografías	66
Anexo D. Reciclaje de los residuos de amalgama dental mediante la recuperación de mercurio y plata	71

RESUMEN

A pesar de que se conocen las medidas de control y prevención en cuanto al manejo de los vapores de mercurio por parte de los docentes, alumnos, auxiliares y personal de aseo de la Clínica de Adultos del Colegio Odontológico Colombiano - Sede Cali, aún no se ha tomado la suficiente conciencia al respecto.

Mediante un estudio comparativo, realizado en dos clínicas, correspondientes a los semestres VII y VIII de la institución, se ubicaron recipientes para el depósito de los residuos de amalgama y, con una encuesta, se evaluó el conocimiento de los alumnos en cuanto al manejo de los desechos y posible intoxicación por mercurio.

Se investigó el manejo que da EMSIRVA en su ruta hospitalaria a los desechos cuando son retirados de la institución.

INTRODUCCIÓN

Siendo el Colegio Odontológico Colombiano - Sede Cali, una institución educativa donde se prestan servicios de salud oral a la comunidad, tales como cirugía, endodoncia, operatoria, odontopediatría, entre otros, se maneja la amalgama dental a diario como material restaurador, ya que por sus excelentes propiedades, permite ser bruñida y se obtiene un buen sellado de la estructura dental.

La amalgama, por su contenido de mercurio, ha sido criticada, debido al problema de intoxicación y contaminación del medio ambiente.

Los alumnos y docentes tienen conocimiento del riesgo de intoxicación y contaminación del medio ambiente por el mercurio, pero aún no se tiene conciencia del problema que genera el inadecuado manejo de los desechos de amalgama. Todavía no se toman medidas preventivas necesarias y, lo que es más grave, no se relacionan con las enfermedades ocupacionales del área odontológica.

Se observa con frecuencia el inadecuado manejo de la amalgama dental y sus desechos por parte de los alumnos, auxiliares y personal de servicios varios (aseo).

La amalgama es un elemento de trabajo diario que por falta de conciencia ambiental, ha tenido un mal manejo de sus desechos, contaminando al personal que labora, a los pacientes, y en especial, al medio ambiente.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

¿Qué manejo se le da a los desechos de amalgama en la clínica de adultos del Colegio Odontológico Colombiano - Sede Cali?

2. JUSTIFICACIÓN

La presente investigación se realiza para concientizar a docentes, estudiantes, auxiliares y personal de aseo de las clínicas del Colegio Odontológico Colombiano - Sede Cali, con el fin de dar un manejo adecuado a los desechos de amalgama, logrando de esta forma disminuir la intoxicación mercurial de todo el personal que labora en las clínicas.

También se busca disminuir la contaminación del medio ambiente, que es la principal causa para que se esté pensando en dejar de usar la amalgama dental que ofrece un buen comportamiento en cavidad oral, por ser un material que se puede bruñir y brinda un buen sellado marginal, que es uno de los principales objetivos de un material de restauración.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Concientizar al personal de la clínica de adultos del Colegio Odontológico - Sede Cali, para que realice un adecuado manejo y control de los desechos de amalgama

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Motivar al personal para que de un buen uso a los recipientes con líquido fijador asignados para el deposito de los desechos de amalgama.
- Promover por medio de ayudas visuales el buen manejo de los recipientes con líquido fijador.
- Comparar el uso dado a los recipientes con líquidos colocados en los dos grupos de estudio.
- Conocer el manejo que se le da a los desechos de amalgama por parte de EMSIRVA cuando salen de la clínica de adultos del Colegio Odontológico Colombiano - Sede Cali.
- Evaluar los conocimientos de los estudiantes sobre la toxicidad y la contaminación por mercurio.

4. MARCO TEÓRICO

4.1 GENERALIDADES

Al igual que otros materiales, el mercurio puede resultar peligroso si no se manipula adecuadamente, ya que es fuente de contaminación del medio ambiente.¹

Diversos factores han contribuido a la contaminación masiva por mercurio, tal es el caso de la intoxicación de la Bahía de Minamata y Niigata en el Japón entre 1953 - 1960; la de Irak, que ocasionó más de 6.000 víctimas, 500 de ellas fatales; las de Pakistán, Ganha, Guatemala, Estados Unidos, etc.

El mercurio, por ser un metal altamente tóxico, es causante de trastornos físicos y de la conducta; puede producir contaminación por los vapores que emite, llegando a generar intoxicaciones que pueden ser crónicas o agudas.²

La intoxicación por el mercurio procedente de la amalgama dental a los niveles orgánicos globales es motivo de gran controversia; ya que la intoxicación por mercurio a nivel odontológico no es tan notoria como la que se presenta en el agua y los alimentos, especialmente el pescado. El odontólogo está expuesto a la carga corporal derivada de su alimentación, así como a la exposición en su consultorio.¹

4.2 ANTECEDENTES HISTÓRICOS

El mercurio se conoce desde la antigüedad, en donde fue utilizado. Prueba de ello son las tumbas egipcias, en donde se ha encontrado y que datan del año 1.500 antes de Cristo.

En la época de Aristóteles se le usó en el tratamiento de las enfermedades de la piel y de la sífilis; en la época de Paracelso comenzó a utilizarse como diurético, utilización que se mantuvo hasta la década de 1960 - 1970. Uno de sus nombres comerciales aún perdura como "mercuhidrín" y su interpretación, es de hecho, una manifestación de sus efectos tóxicos.³

A través del tiempo ha recibido diferentes nombres, los romanos le denominaron Kenabare, los árabes, quienes lo utilizaron en la Edad Media, le dieron el nombre de azogue; cinabris es su denominación latina debido a que salía de un mineral rojo; sulfuro mercúrico proveniente de las rocas volcánicas, por su aspecto a temperatura ambiente y su color blanco plateado brillante le denominó por parte de Dioscórides como "Hidro-argiros".²

Teofrasto, 300 años antes de Cristo logra por primera vez la "amalgama" al triturar cinabrio con vinagre, en un mortero de latón. Siendo esta la primera noticia que se tiene en el mundo de AMALGAMACIÓN, propiedad de incalculable importancia en la aplicación industrial del mercurio.

Los antiguos lo tenían como mensajero aliado de los dioses y lo representaban con el símbolo de la vara heráldica o del caduceo, signo o símbolo del dios Mercurio, hoy utilizado como emblema de los profesionales del comercio.³

Las Leyes de Indias, elaboradas por los españoles, describen las condiciones que debían cumplirse para el trabajo en las minas, entre ellas las de explotación de mercurio.²

En el año 370 antes de Cristo, Hipócrates describió por primera vez cólicos abdominales en hombres que extraían metales de las minas. La intoxicación por ingestión de mercurio y arsénico se describió en 387 y 372 antes de Cristo por Theophrastus y Erebus, respectivamente.⁴

La primera amalgama de plata se supone que fue traída a Inglaterra en 1819 por Bell y conocida como masilla de Bell. Su introducción en el norte de América en 1833, bajo el nombre de Real

Sucedáneo mineral se atribuye a los hermanos Cawcour,⁵ quienes vieron la importancia que podía tener en la práctica odontológica, por lo que promocionaron el material como medio de restauración barato y muy adecuado. Sin embargo, no le dieron la importancia a las proporciones mercurio-aleación.

En la mayoría de los casos, la aleación se mezclaba con el mercurio y se colocaba en las cavidades dentales sin protección pulpar; aunque no se publicaron casos de muerte de pacientes, sí se produjeron casos de muerte pulpar, por lo que se desarrolló una batalla conocida como la (primera guerra de la amalgama) entre los dentistas que usaban las técnicas de restauración tradicionales a base de lámina de oro y los que empleaban amalgama. La disputa se basaba entre normas odontológicas y los diferentes puntos de vista sobre la seguridad de la amalgama debido al riesgo potencial de liberación mercurial.¹

En 1895, el Dr. Black demostró las propiedades de la mezcla de limadura de plata y mercurio y su efectividad como material restaurador.

La segunda guerra de la amalgama fue iniciada por un químico Alemán, el profesor Stock, en el año 1920, quien demostró que el mercurio era absorbido y que podía causar graves problemas de salud.

La controversia continúa hasta 1970 por reportes en donde se describe que el mercurio producía alteraciones neurológicas psiquiátricas y trastornos de tipo cardiovascular.

Se comprobó que existían corrientes eléctricas en las amalgamas de tipo positivo o negativo por la presencia de otros metales en boca, por lo que se recomendaba remover las amalgamas para mejorar las condiciones de los pacientes.

En 1970 se describió el caso de una joven de 17 años de edad, la cual presentaba falta de energía y tendencia suicida. Visitó innumerables médicos en Estados Unidos sin encontrar ninguna mejoría. Al revisar el caso con detalle, se encontró que seis semanas antes había visitado al odontólogo y se habían realizado varias amalgamas. Estas amalgamas fueron removidas observándose mejoría en el cuadro clínico.

Unos pocos profesionales de la odontología promovieron la remoción de amalgamas iniciándose la tercera guerra de la amalgama.²

En 1980 el Dr. Huggins, odontólogo practicante de Colorado, condenó públicamente la amalgama dental, ya que estaba convencido de que el mercurio liberado por la amalgama era el causante de una plétora de trastornos humanos a nivel cardiovascular y nervioso. Algunos pacientes alegaban que se habían recuperado de la esclerosis múltiple, la enfermedad de Alzheimer y otras alteraciones tras la retirada de sus obturaciones de amalgama. Durante casi una década, pacientes y odontólogos partidarios reclamaron que se prohibiesen las amalgamas dentales.¹

4.3 AMALGAMA DENTAL

Es una aleación que se consigue mezclando mercurio (Hg) con una aleación de amalgama dental de plata estaño (Ag-Sn) con pequeñas cantidades de cobre, zinc y oro.

La amalgama dental baja en cobre contiene 2 - 5% de Cu, 69.4% de Ag, 26.2% de Sn, 0.8 de Zn; este tipo de amalgama suele recibir el nombre de amalgama dental convencional. Las aleaciones de amalgama rica en cobre contienen entre un 12% y un 30% de Cu; este tipo de material es más resistente a la corrosión. El contenido de este tipo de amalgama es 60% de Ag, 27% de Sn, un 13% de Cu y 0% de Zn.

Debido a la posible toxicidad del mercurio, se han desarrollado diversos materiales para sustituirlo; la aleación de galio se elabora a base de partículas de Ag-Sn en Ga-In. Otro sustituto del mercurio que está en estudio es un sistema a base Au mezclado con otros metales nobles para formar la matriz de la restauración.

4.3.1 Ventajas de la amalgama

- Su preparación es fácil y rápida.
- Su costo es bajo.
- Se puede tallar sin dificultad.
- Muy útil para la restauración de grandes cavidades que no pueden ser restauradas con otros materiales.
- Posee una resistencia adecuada para soportar las fuerzas de la masticación.
- Es un material restaurativo útil y permanente.

4.3.2 Desventajas de la amalgama

- Se corroe en la cavidad oral.
- Es antiestética.
- Su contenido de mercurio.

4.3.3 Clasificación cronológica y composición

- Primera generación: Atribuida al Dr. Black, se compone de plata estaño en relación 3:1.
- Segunda generación: Fórmula Ag Sn Cu Zn, aún se fabrica.
- Tercera generación: Fórmula denominada fase dispersa.
- Cuarta generación: Fórmula ternaria de Ag Sn con alto contenido de cobre
- Quinta generación: Fórmula de Ag Sn Cu adicionada de In.
- Sexta generación: Se le adiciona el metal noble paladio a los demás componentes.⁹

4.4 EL MERCURIO

4.4.1 Propiedades físico - químicas

El mercurio (Hg) es un metal líquido a temperatura ordinaria; se solidifica a -40°C . Su densidad es a 13,6; es el único metal que se mantiene líquido a 0°C ; hierve a los 357°C ⁷, pero emite vapores a cualquier temperatura que son altamente tóxicos. Posee una gran tensión superficial, por lo que no moja los recipientes y adopta un menisco convexo.

En forma líquida no es tóxico, pero recientemente se ha descubierto que el mercurio elemental puede oxidarse a Hg en ciertas sustancias. Del mismo modo, el Hg puede metilarse por bacterias anaerobias y transformarse en dimetil - mercurio, mucho más soluble y peligroso para la absorción humana.

El uso de plaguicidas organomercuriales y la biotransformación de los compuestos inorgánicos en orgánicos, han planteado un nuevo problema de contaminación de las aguas. Existe cierta actividad industrial que, no estando directamente relacionada con el Hg, produce contaminación atmosférica. Se trata de la combustión de gas natural y carbón que contiene el mercurio.

Por todo ello el mercurio ha llegado a ser un componente normal en el organismo, aún sin estar en contacto con fuentes artificiales del mismo.³

4.4.2 Toxicología

4.4.2.1 Fuentes de intoxicación

- Mercurio metal: Es poco soluble y, por lo tanto, poco tóxico cuando se ingiere. No obstante, el hecho de que pueda emitir vapores a cualquier temperatura lo hace muy peligroso dando lugar a intoxicaciones agudas y crónicas.

- **Compuestos inorgánicos:** Las sales mercuriales son tóxicos muy activos, tanto más cuanto mayor sea su solubilidad. La toxicidad de las diversas formas o sales de Hg está relacionada con el mercurio catiónico, mientras que la solubilidad, biotransformación y distribución hística se ven influenciadas por el estado de la valencia y el compuesto aniónico.

Las sales mercuriosas son pocas tóxicas por ser insolubles. Entre ellas destaca el cloruro mercurioso, que en el organismo puede transformarse en cloruro mercúrico (tóxico). Entre las sales mercúricas solubles son más tóxicas se encuentran:

- Cloruro mercúrico.
 - Bióxido de mercurio.
 - Cianuro y oxicianuro de mercurio.
 - Nitrato ácido de mercurio.
- **Compuestos orgánicos:** Se incluyen todos los compuestos en los cuales el Hg forma un enlace con un átomo de carbono. Son de interés el metil - mercurio ($\text{CH}_3 \text{Hg}^+$), el etil - mercurio ($\text{CH}_2 \text{Hg}^+$), el fenil - mercurio ($\text{C}_6\text{H}_5 \text{Hg}^+$), y la familia de los alcoxialquil - mercurio ($\text{R-CH}_2\text{-CO-R-CH}_2\text{-Hg}^+$). Estos cationes orgánicos forman sales con ácidos orgánicos e inorgánicos (Cl^- , acetato). Los más tóxicos son los derivados de la cadena lineal (metil y etil-Hg), ya que son más estables, lo que junto a su liposolubilidad, les dota de mayor acción tóxica. Los derivados aromáticos (Fenil-Hg) se escinden in vivo y se asemejan más en su comportamiento a los compuestos inorgánicos como son los antisépticos: Mercurocromo, borato de fenilmercurio, mertiolato sódico, funguicidas y diuréticos.

Independiente de la fuente, tanto las formas orgánicas como las inorgánicas de Hg pueden sufrir una transformación ambiental. El mercurio metálico puede oxidarse a actino inorgánico debido a la acción de material orgánico presente en el medio acuático. El mercurio inorgánico divalente puede

ser, a su vez, reducido a mercurio metálico si las condiciones son apropiadas para que se produzca una reacción de conducción.

Esta reacción es importante dentro del ciclo del mercurio y una fuente potencial de liberación de vapor de mercurio a la atmósfera terrestre. Otra posible conversión del Hg divalente en su metilación a mercurio dimetilo por bacterias anaerobias, bajo cuya forma se puede difundir a la atmósfera y regresar a la superficie terrestre, como metil Hg por medio del agua de lluvia.

4.4.2.2 Dosis tóxicas

Varían, dependiendo de la solubilidad y la vía de administración. Para las sales solubles (sublimado, yoduro mercuríco), 150 a 200 Mg, provocan intoxicaciones agudas; 300 a 400 Mg. producen la muerte.¹²

4.4.3 Toxicocinética

4.4.3.1 Absorción

El mercurio y sus compuestos pueden entrar al organismo a nivel gastrointestinal, como inhalados por piel.

Los vapores de mercurio tienen una alta presión que les permite liberarse fácilmente en el ambiente y, dependiendo de su grado de solubilidad en el agua, van a depositarse en diferentes niveles del tracto respiratorio.

Los altamente solubles se disuelven en la membrana mucosa o en los fluidos, en la parte superior del tracto respiratorio, mientras que los menos solubles penetran al árbol bronquial.

El mercurio elemental no se absorbe en el tracto gastrointestinal sino en cantidades mínimas. Su solubilidad dependerá de la posibilidad de oxidación del mercurio o de la formación de sulfuros.

Cuando se aplica sobre la piel en vehículos adecuados, se puede absorber especialmente cuando ocurre oxidación.

Los compuestos inorgánicos del mercurio que ingresan al organismo por vía pulmonar, como en el caso de aerosoles de mercurio inorgánico, son absorbidos en menor grado que los de mercurio metálico.

La absorción de compuestos inorgánicos de mercurio por la vía gastrointestinal depende de la sal. Para los compuestos mercuriosos que no son casi solubles en agua, se puede esperar una baja absorción; sin embargo, pueden ser parcialmente convertidos a iones mercúricos en el lumen gastrointestinal, forma en la cual se absorben en mayor proporción por piel. Los compuestos mercuriales solubles se han utilizado en desórdenes dermatológicos y en ocasiones se han observado efectos sistémicos.

Los estudios experimentales en referencia a los mercuriales inorgánicos parecen demostrar una barrera importante a la penetración de éstos al feto, en comportamiento diferente a la que se ofrece a los mercuriales orgánicos.

Los mercuriales orgánicos ofrecen un alto grado de peligro cuando son inhalados, ya que éstos son altamente volátiles.

Por placenta, el metil y etil mercurio atraviesan fácilmente la barrera placentaria y son acumulados en el feto³.

4.4.4 Distribución y metabolismo

Dependen del tipo de compuesto Hg^0 (liposoluble) Hg^{++} (hidrosoluble) y alquil-Hg (liposoluble).

- **Mercurio metálico:** El vapor de mercurio inhalado se incorpora a los eritrocitos, donde se transforma por oxidación en el cation divalente; una parte, sin embargo, es transportada como mercurio metálico a tejidos dístales, debido a que atraviesa las membranas más fácilmente que el Hg^{++} , particularmente al cerebro, donde puede igualmente biotransformarse oxidándose a ion mercurio (Hg^{++}). El Hg vapor se fija preferentemente en el sistema nervioso central y en el riñón. En el cerebro se localiza en las células de Purkinje, núcleo de Louis (subtalomo) y sistema extrapiramidal. La distribución diferencial del Hg se debe a la liposolubilidad, que permite una rápida transferencia de la sangre al cerebro; su oxidación es un proceso enzimático, con intervención de catalasas.
- **Compuestos inorgánicos:** En la sangre, las sales inorgánicas de mercurio se distribuyen por igual entre las proteínas plasmáticas y los glóbulos rojos. Se acumulan preferentemente en los riñones. En éstos el Hg^{++} se deposita en los lisosomas, mitocondrias y membranas epiteliales. Una parte importante del mercurio se fija sobre una proteína de bajo peso molecular, la metalotioneína, que parece desempeñar un papel protector, ya que, cuando se sobrepasa su capacidad para fijar el ion mercurio, aparece el daño renal.

El mercurio induce la síntesis de esta proteína. La administración de Hg incrementa en seis veces la concentración normal de metalotioneína en el riñón. El Hg atraviesa con dificultad la barrera hematoencefálica y la placenta; de ahí que no tenga acción sobre SNC.

- **Compuestos orgánicos:** En la sangre, se fijan en los glóbulos rojos cinco veces más que en el plasma, principalmente sobre los grupos $-\text{SH}$ de la hemoglobina. Los derivados alquil-mercúricos se acumulan en el sistema nervioso central (hipocampo, sustancia gris del cerebelo cisura calcarian), y también algo en el hígado y riñones. La liberación progresiva de mercurio inorgánico tras la administración de metil-Hg ocasiona lesiones renales. El Hg^{++} derivado del fenil-mercurio se fija preferentemente en la placenta. Se ha demostrado un gradiente positivo

feto-materno, tanto en eritrocitos fetales como en cerebro, especialmente después de la exposición a derivados alquil-mercúricos.

4.4.5 Eliminación

El Hg inorgánico no absorbido se excreta por las heces, mientras que el absorbido lo hace por el colon, los riñones y la saliva. También es importante la eliminación por la piel (sudor y faneras). El metil - mercurio es excretado fundamentalmente por heces. Dos procesos están implicados en esta eliminación: La excreción biliar y la excreción por exfoliación de las células epiteliales del intestino.

La reabsorción del mercurio eliminado por bilis cancela prácticamente la contribución de la vía biliar a la expresión fecal neta. La excreción urinaria del metil - mercurio es débil. Los compuestos de alquil - Hg atraviesan la placenta; pueden así mismo ser excretados por la leche.

La vida media de los compuestos inorgánicos es de 40 días, mientras que de los compuestos orgánicos, que suele ser lineal, es de alrededor de 70 días.

4.4.6 Mecanismos de acción

4.4.6.1 Alteración de las actividades enzimáticas

El ion Hg^{++} se combina con los grupos -SH (sulfidrilos) y, en consecuencia, sería capaz de inhibir gran número de enzimas y coenzimas que los contengan. Entre las alteraciones bioquímicas se presentan:

- Inhibición de la síntesis de proteína: La realiza el metil Hg antes de la aparición de las alteraciones neurológicas.
- Inhibición, también precoz, de las síntesis del DNA y RNA.
- Inhibición de la glucólisis y del ciclo de Krebs en células nerviosas.



4.4.6.2 Alteración de la composición de membranas

Se ha visto que in vitro el Hg es capaz de alterar las membranas de organelas intracelulares, como lisosomas, peroxisomas, mitocondrias, etc.

El metil - mercurio apoya la existencia de una acción de éste sobre las membranas celulares. Se ha visto que el metil - mercurio era capaz de catalizar la hidrólisis de un fosfolípido (plasmalógeno), constituyente de las membranas celulares. La lesión membranosa resultante podría explicar la toxicidad de este compuesto.

4.4.7 Cuadros clínicos

4.4.7.1 Vapores de mercurio

- Intoxicación aguda: La intoxicación aguda por vapor de mercurio presenta los siguientes signos y síntomas:
 - Neumonitis química.
 - Edema agudo pulmonar.
 - Disnea.
 - Dolor torácico.
 - Fiebre.
 - Insuficiencia respiratoria.
 - Sabor metálico.
 - Tialismo.
 - Nauseas y vómitos.
 - Muerte en 24 horas por shock.¹²
- Intoxicación crónica: Se debe al contacto prolongado de vapores de mercurio.
 - Temblor mercurial.
 - Alteraciones de conducta como irritabilidad, conflictibilidad, ansiedad, insomnio.

- Estomatitis.
- Colitis hemorrágica.
- Proteinuria.

4.4.7.2 Compuestos inorgánicos

- Intoxicación aguda:
 - Inflamación y edema de la mucosa oral.
 - Tialismo.
 - Irritación abdominal.
 - Vómitos.
 - Melenas.
 - Shock.
 - Uremia.
- Intoxicación crónica:
 - Nefritis.
 - Colitis.
 - Estomatitis.
 - Alteraciones neurológicas: temblores y neuritis sensorial.

4.4.7.3 Compuestos orgánicos

Los componentes de este cuadro clínico son:

- Alteraciones neurológicas:
 - Paresias y parestesias en dedos y boca.
 - Digastria.

- Trastornos psíquicos:
 - Irritabilidad emocional, euforia, ansiedad, inestabilidad, demencia
- Trastornos sensoriales:
 - Reducción del campo visual, disminución de la audición.
- Afectación renal:
 - Proteinuria.
 - En casos graves evoluciona a la confusión mental, seguida de coma y muerte.

4.4.8 Fuentes de contaminación por mercurio

El mercurio es uno de los contaminantes más peligrosos por su capacidad de biomagnificación, es decir, que sus efectos se acumulan y se transmiten de unas especies biológicas a otras.

La principal fuente de contaminación es la natural, debida a los desprendimientos o el desgaste de la corteza terrestre⁴ (25.000 a 125.000 toneladas por año).

El mercurio puede encontrarse libre en la naturaleza o en las rocas de origen volcánico (sulfuro de mercurio) mineralógicamente como cinabrio.

El mercurio en el aire se encuentra en forma de vapor y/o aerosol desde 0.001 y 0.005 mg/m³ alcanzando niveles de 1 mg/m³ en ciudades industrializadas por 24 horas.

La mayor parte del mercurio atmosférico proviene de la evaporación de él, en el suelo y agua. El mercurio es líquido a temperatura ambiente. Cuando se expone al aire húmedo forma una capa grisácea de oxidulo y subóxido en superficie.

El mercurio se utiliza en la industria para la manufactura de equipo eléctrico y científico (baterías, lámparas, termómetros, barómetros, etc.) su uso en pesticidas, conservadores de semillas, pinturas y cosméticos se ha restringido en algunos países.

El mercurio se emite al ambiente en forma de mercurio metálico, compuestos mercuriales inorgánicos de alquilo y oxialquilo; en el ambiente puede experimentar una serie de transformaciones. Una es la circulación atmosférica de vapores de mercurio elemental de fuentes terrestres a los océanos.

La segunda es la metilación del mercurio inorgánico por acción bactericida, transformándose en metilmercurio y dietilmercurio introduciéndose de esta manera a la cadena alimenticia a través de plantas acuáticas² que absorben los depósitos de mercurio en el sedimento desechado por fábricas, permitiendo que los organismos herbívoros que se alimentan de ellas a la vez que se contaminan, lo transmiten a los peces de la zona y demás animales de las cadenas alimenticias acuáticas como son las aves y mamíferos marinos.⁴

Las poblaciones que toman alimento de este tipo de pescado contaminado tienen altos niveles de mercurio en su cuerpo y, aunque no es frecuente que presenten sintomatología, sí han sido evidentes las malformaciones congénitas que han sufrido sus hijos.

En el pescado procedente de aguas sin contaminar se encuentran, por lo general, concentraciones muy bajas de mercurio que no representan riesgo.⁶

Además del mercurio metálico, los compuestos mercuriales orgánicos como inorgánicos son potencialmente tóxicos. El mercurio se suele extraer de las minas en forma de mineral de sulfuro inorgánico (cinabrio) que posteriormente es calentado en presencia de aire para oxidar y extraer el azufre.¹

4.4.9 Fuentes de exposición mercurial

Las fuentes de exposición mercurial en relación con la amalgama dental en la consulta odontológica son:

4.4.9.1 Tabletas de limadura de plata que se mezclan con el mercurio que viene en frascos con dispensadores

Antiguamente se utilizaba este sistema con mayor frecuencia que en la actualidad. Debido a los riesgos de contaminación e intoxicación se dejaron de utilizar, pues la exposición era más directa.

4.4.9.2 Materiales necesarios para elaborar la amalgama dental almacenados para su uso posterior (normalmente con dosis preencapsuladas)

Resulta difícil encerrar totalmente el mercurio líquido o gaseoso, ya que es muy móvil, tiene un elevado índice de difusión y se introduce por espacios muy pequeños.

El vapor de mercurio puede atravesar los envoltorios con burbujas de plástico y cartón. No se deben almacenar productos que contienen mercurio en espacios abiertos, sino en armarios o vitrinas para reducir la concentración en el resto de los espacios.

Los puntos de almacenamiento deben encontrarse cerca de un lugar que extraiga el aire del edificio.

4.4.9.3 Amalgama dental mezclada pero sin fraguar, durante la trituración, la introducción y el fraguado intraoral

Durante la trituración de la amalgama dental pueden escapar de las cápsulas pequeñas cantidades de material. Tanto las cápsulas reutilizables como los recipientes preencapsulados o vertidos poco cuantiosos de material triturado con un aspirador de vacío (no con aspirador casero). Durante la trituración, una pequeña parte del material rico en mercurio puede salir despedido de la cápsula

debido a la elevada frecuencia de agitación, generando un aerosol de gotitas líquidas y un vapor que puede llegar a una distancia de 2 a 4 metros del triturador. Para limitar este riesgo conviene colocar una pequeña tapa sobre el triturador para restringir el aerosol a la zona del aparato. Estos materiales persisten como contaminantes aéreos o partículas que pueden caer al suelo y contaminar la moqueta o las hendiduras entre las baldosas.

La mejor forma de combatir la contaminación aérea es garantizando un flujo de aire razonablemente alto, e introduciendo aire fresco en la consulta de espera, pase por la consulta externa, continúe por la sala quirúrgica y salga al exterior del edificio sin contaminar otras zonas del mismo.

Cuando el suelo queda contaminado por gotitas de material rico en mercurio, la única manera práctica de descontaminar la zona es sustituyendo el revestimiento del suelo. NO EXISTE NINGUNA MEDIDA EFICAZ PARA ELIMINAR EL MERCURIO LÍQUIDO DE ALFOMBRAS Y MOQUETAS. El mercurio mezclado con azufre forma un sulfuro estable (cinabrio), pero la reacción es lenta y ineficaz. Por consiguiente el rociado con polvo de azufre de las zonas en las que se ha derramado mercurio no permite controlar adecuadamente este problema durante la introducción de la amalgama.

En las preparaciones cavitarias, la mezcla no ha reaccionado totalmente todavía y la elevada presión del vapor de mercurio contamina el aire que rodea al material. Se liberan algunos vapores mientras se deja el material sin fraguar en el vaso metálico hasta que se carga el portador de amalgama. Estos vapores deben eliminarse mediante el sistema de aire acondicionado de la sala. Durante la aplicación intraoral y la condensación, también se libera algo de vapor mercurial. Para controlar el vapor se debe usar tela de caucho para aislar al paciente con el fin de evitar la difusión de vapor intraoral. Tras el fraguado inicial, el material se endurece formando un sólido y la presión de vapor desciende muchas unidades.

4.4.9.4 Restos de amalgama dental que no tiene suficiente aleación para consumir totalmente el mercurio presente

Los restos de amalgama dental obtenidos durante la condensación deben recogerse y almacenarse en un recipiente bien cerrado con glicerina, fijador radiográfico usado, aceite mineral y/o solución de permanganato de potasio al 2%.

El recipiente debe estar casi lleno de líquido para reducir el espacio gaseoso en el que se puede acumular el vapor mercurial. La amalgama dental no utilizada fragua, pero el material rico en mercurio raspado no tiene suficiente aleación para reaccionar completamente. Periódicamente se debe reciclar este material para su posterior aprovechamiento y para reducir la cantidad de material almacenado. Nunca debe haber en la consulta más de un pequeño frasco con material.

4.4.9.5 Amalgama dental sometida a procesos de acabado y pulido

Una vez la amalgama dental ha solidificado, el mercurio queda fuertemente unido. No obstante, uno de los procesos de la reacción el Ag Hg, tiene un punto de fusión muy bajo (127° C). Se puede licuar muy fácilmente durante los procesos de acabado o pulimentado, que generan calor, y posteriormente alcanza una presión de vapor mucho más alta. Esta situación es muy habitual cuando se pulen las amalgamas sin refrigeración por agua y a velocidades muy altas de pulido.

La fase Ag-Hg se funde produciendo una fase líquida rica en mercurio que se extiende fácilmente por la superficie de la amalgama dental, haciendo que parezca brillante. El operario piensa erróneamente que ha conseguido una superficie muy pulida.

4.4.9.6 Restauraciones de amalgama dental que son extraídas

La fase Ag-Hg también se puede fundir durante la extracción de la amalgama. Es habitual que cuando la fresa entra en contacto a gran velocidad con la estructura dental la temperatura superficial aumente muy por encima de las temperaturas de fusión de la fase Ag-Hg y de

vaporización del mercurio. Para controlar esta situación se debe emplear un aislamiento absoluto del campo operatorio, un evacuador de flujo elevado y un sistema de refrigeración por agua.

Los instrumentos que se utilizan para introducir, acabar, pulir o extraer las restauraciones de amalgama dental tienen algo de amalgama en la superficie. Durante la esterilización del instrumental este material puede calentarse y desprender mercurio líquido o vapores mercuriales. Por consiguiente, conviene aislar adecuadamente o ventilar bien el aire de las zonas de esterilización.¹

4.4.10 Almacenamiento y reciclaje

Históricamente no se han manipulado correctamente las cápsulas y otras superficies contaminadas en operatoria dental.

Los desechos corrientes del consultorio no deben ser mezclados con los desechos contaminados clínicos. Las cápsulas y los rollos de algodón o las servilletas con mercurio, se deben guardar en un recipiente de plástico con tapa hermética para su eliminación por separado,¹ ya que el mercurio es extremadamente peligroso para la salud humana y para el medio ambiente .

Si se mezclan los residuos de amalgama dental con el resto de materiales usados durante el procedimiento operatorio, por pequeños que éstos sean, contaminarán el resto de la basura. Si son incinerados serán aún más peligrosos porque generan vapor de mercurio.¹⁴

El mercurio es un residuo tóxico importante a considerar en la consulta odontológica, debido a su gran toxicidad . Tanto los fragmentos que quedan en boca después de una restauración, como los que aparecen en el filtro de la escupidera, deberán recuperarse para almacenarlos. Sería conveniente poder recoger estos envases de forma similar a los demás residuos.¹⁸

4.5 RESIDUOS ESPECIALES

4.5.1 Definición y clasificación

Los residuos especiales son todos aquellos desechos patógenos, tóxicos, radioactivos, combustibles inflamables, empaques y envases en que se hayan contenido, como también lodos o cenizas producto del tratamiento de los mismos. Cualquier residuo que haya estado en contacto con un residuo especial, se considerará residuo especial en su totalidad.

El decreto 605 del 27 de marzo de 1996, establece que toda entidad que preste atención en salud será considerada como productora de residuos especiales y por lo tanto éstos requieren protocolización para su manejo.

Teniendo en cuenta las características infecciosas, tóxicas y radiactivas de los residuos especiales, se han clasificado para establecer el manejo separado de los desechos y los sistemas de tratamiento que garanticen la protección de la salud y del medio ambiente para la prevención de accidentes de trabajo.

4.5.2 Manejo

Se debe disponer de recipientes y bolsas debidamente identificados para cada tipo de desecho, según el riesgo biológico que tenga cada uno de ellos, siguiendo las normas de bioseguridad.

Características de los recipientes:

- Impermeables, de material plástico para evitar la infiltración de líquidos.
- Livianos, con asas para facilitar su manejo.
- Herméticos, cerrados con tapas a fin de evitar contaminación .
- Tamaño adecuado que permita su fácil transporte y manejo.
- Identificados por el color y el tipo de desecho que almacenan.

Los desechos de amalgama y residuos de mercurio resultantes de los procedimientos odontológicos se dispondrán en recipientes plásticos con tapa. Serán inactivados con hiposulfito de sodio o permanganato de potasio al 2% en una cantidad igual a los residuos de amalgama. Serán depositados por separado a todos los residuos en el sitio de almacenamiento temporal, rotulados y debidamente marcados para su destino final.¹⁶

4.5.3 Almacenamiento de los residuos tóxicos en odontología

Los residuos sanitarios en general, pueden almacenarse en el mismo centro sanitario durante un período de 72 horas y, si existe un cuarto con refrigeración (4° C máximo de temperatura), pueden almacenarse hasta una semana.

El lugar de almacenaje de los residuos deberá estar bien señalizado y disponer del espacio suficiente para que las bolsas y contenedores sean bien dispuestos, tengan ventilación e iluminación adecuadas. Lo ideal es que el suelo tenga pendiente hacia un desagüe, así como un grifo con manguera de agua a presión. Este lugar ha de poder cerrarse, obteniendo un fácil acceso al exterior, sin contaminar los espacios vecinos. Deberá estar protegido a la intemperie, elevadas temperaturas, animales y demás, estando prohibida la entrada a cualquier persona ajena.

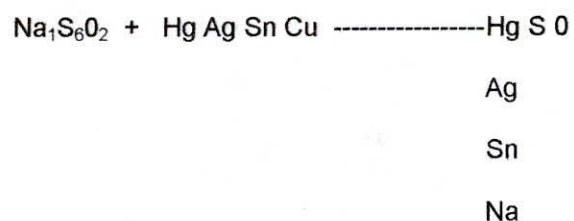
Tanto los contenedores pequeños como grandes, serán cargados mecánicamente en el camión de recogida, evitando de esta forma la manipulación de las bolsas con residuos sanitarios no específicos que agrupa cualquier residuo que haya estado en contacto con fluidos corporales u otros líquidos biológicos propios de la actividad sanitaria: Yesos, algodones, tapabocas, guantes y otros residuos manchados o que hayan absorbido líquidos biológicos.

Los grandes contenedores se transportarán en la caja del camión, para evitar el posible goteo de líquidos; aquéllos deberán ser impermeables, recomendándose utilizar contenedores especiales.¹⁸

La solución: Reducir, separar, reutilizar y reciclar. La forma más práctica de enfrentar el dilema del residuo médico es incorporar un análisis de impacto ambiental preventivo a la selección, incorporación, compra de insumos y a su disposición final.¹⁷

4.6 FUNCIÓN DEL FIJADOR RADIOGRÁFICO (HIPOSULFITO DE SODIO)

El hiposulfito de sodio es una solución que al ser mezclada con los desechos de amalgama tiene la acción de solubilizar el metal, en especial el mercurio, que es un elemento altamente contaminante para el medio ambiente, produciéndose una reacción química. Su producto es una sal inerte la cual ya no presenta riesgos de contaminación



En la literatura se reporta el uso de aceite mineral y glicerina como sustancias alternativas al hiposulfito de sodio (fijador radiográfico); pero por ser éstos hidrocarburos, no se solubilizan con los metales, y por lo tanto no ocurre reacción química para inactivar los restos de mercurio.

5. METODOLOGÍA

Esta fue una investigación de tipo comparativo donde se seleccionaron dos grupos de estudio, en la que por medio de una encuesta se analizó y determinó el grado de conocimiento y la forma como son manipulados los desechos de amalgama en el Colegio Odontológico Colombiano - Sede Cali.

El estudio se inició el 1 de marzo de 2002, con la instalación de 20 recipientes plásticos con fijador radiográfico, con el fin de ser introducir en ellos los desechos de amalgama; seguido de una encuesta realizada a las tres semanas de colocados los recipientes.

El estudio tuvo una duración completa de un mes, incluyendo las tabulaciones de las encuestas y sus análisis respectivos y se finalizó el 1 de abril de 2002.

La población ha estudiar estuvo conformada por 80 alumnos en total, 40 de ellos pertenecientes a octavo semestre, y los 40 restantes a séptimo semestre en las clínicas del segundo y tercer piso respectivamente.

Para la recolección de los residuos de amalgama, se utilizaron 20 recipientes plásticos de 350 ml con tapa y debidamente rotulados, a los que se le colocaron aproximadamente 150 ml de fijador, 10 de los cuales fueron ubicados en las unidades del tercer piso debidamente rotulados y con sus respectivas recomendaciones de manejo; lo 10 restantes fueron ubicados sin ningún tipo de recomendación.

Se colocaron dos recipientes en el área de esterilización de las clínicas en estudio, en los cuales se fueron depositando los residuos de amalgama recolectados en los otros recipientes cada semana.

A los recipientes para el grupo de estudiantes de octavo semestre no se les colocó indicaciones, solamente un aviso señalando el uso del recipiente, "Desechos de Amalgama". En el segundo grupo, correspondiente a los alumnos de séptimo semestre se colocaron las siguientes indicaciones para enseñar y promover la forma de cómo se deben manipular adecuadamente los desechos de amalgama:

- Manipular los desechos de amalgama con todas las normas de bioseguridad: Guantes y tapabocas.
- Utilizar tela de caucho para retirar la amalgama por pequeña que sea.
- Depositar los residuos y cápsulas de amalgamas en el recipiente.
- Mantener el recipiente bien cerrado.
- No utilizar el recipiente para otro tipo de residuos.
- No mover el recipiente del lugar establecido.
- No causar ningún tipo de perforación o daño al recipiente.

A la tercera semana del estudio se realizó una encuesta con el fin de medir los conocimientos y la forma como son manipuladas las amalgamas y sus desechos por los estudiantes, en la que se formularon las siguientes preguntas: (Ver anexo A) .

La encuesta se realizó en grupos de 40 estudiantes por cada clínica, distribuidos en subgrupos de 10, en los siguientes horarios: Lunes y jueves (mañana), lunes y jueves (tarde), martes y viernes (mañana), martes y viernes (tarde), miércoles y sábado (mañana), miércoles y sábado (tarde). Dichas encuestas fueron analizadas obteniéndose sus respectivos resultados. (Ver anexo B).

Como complemento del estudio, se visitó EMSIRVA E.S.P., compañía encargada de la ruta hospitalaria para la recolección de todo tipo de desechos en la ciudad de Cali, cuyo personal es el encargado de dar el manejo adecuado a los residuos de amalgama resultantes en el Colegio Odontológico Colombiano - Sede Cali.

Después de que los alumnos han depositado en los respectivos recipientes para desechos de amalgama en cada unidad, las auxiliares de cada piso los recogen en un recipiente central, que debe ser entregado debidamente rotulado al conductor de la ruta hospitalaria de EMSIRVA E.S.P. Cada semana éste los entrega directamente, en el basurero de Navarro, al ingeniero encargado de dicha entidad para darles el manejo adecuado.

Los desechos de amalgama son colocados en un recipiente, sin ningún tipo de líquido, el cual es cerrado herméticamente. En seguida se busca un molde en el que se prepara una mezcla de cemento, arena, grava y agua donde se deposita el recipiente que contiene los desechos, dando como resultado un bloque de concreto. Al día siguiente se separa el molde del bloque de cemento, tiempo que se da para el fraguado adecuado de éste.(Ver anexo C).

En el basurero de Navarro hay una zona determinada donde se cavan unas fosas para depositar los bloques de cemento para ser enterrados y ahí se quedan definitivamente.

6. CONCLUSIONES

Se determinó, por medio de la encuesta, que los alumnos no conocían el depósito ideal para los residuos de amalgama, ya que gran número de ellos los depositaba en la bolsa roja e ignoraban cuál era la sustancia adecuada para neutralizar la toxicidad del mercurio, ya que desconocían el contenido de los recipientes. Otros estudiantes esterilizaban el instrumental sin antes lavarlo, generando vapores mercuriales que son altamente contaminantes.

Se concluyó que los alumnos de los grupos estudiados comenzaron a tener conciencia del manejo de la amalgama y sus desechos, ya que se vio la utilización de los recipientes asignados para dicho objetivo.

Se determinó que los alumnos desconocen los signos y síntomas por intoxicación mercurial y lo que es más grave, no conocen que deben realizarse periódicamente determinados exámenes para saber el grado de contaminación por mercurio.

Se aprendió que los consultorios odontológicos deben ser diseñados de tal manera que reduzcan el nivel de contaminación mercurial.

Se conoció el manejo de la ruta hospitalaria por parte de EMSIRVA para los residuos de amalgama, que son depositados en recipientes herméticamente cerrados para luego ser enterrados y cubiertos con cemento.

7. RECOMENDACIONES

En la consulta odontológica, el odontólogo, la auxiliar y/o la higienista, están más expuestos a la intoxicación mercurial que los pacientes debido a su contacto prolongado con los vapores del mercurio.

Por tanto, deben conocer a fondo los riesgos potenciales y los síntomas de la exposición mercurial como el desarrollo de la sensibilidad y neuropatías. Para ello deben ser entrenados en una correcta manipulación de los desechos tóxicos. Dichos riesgos pueden ser reducidos en gran medida adoptando prácticas seguras, las cuales implican un cambio de conducta.

Las fuentes potenciales de vapores de mercurio como derrames, fugas de dispensadores o cápsulas, pulido de amalgamas, extracción de amalgamas y calentamiento del instrumental contaminado con amalgama, deben ser manipuladas adecuadamente.

- El área de trabajo debe permanecer en un perfecto estado de mantenimiento, orden y limpieza.
- Se debe disponer de ventilación adecuada a los consultorios odontológicos. Debe existir un intercambio de aire fresco y escape externo. Es recomendable dejar abiertas las ventanas que dan a los exteriores e interiores de los consultorios.
- Si se piensa utilizar aires acondicionados, se debe asegurar el cambio frecuente de filtros. Los ventiladores se deben colocar de tal forma que no originen turbulencias de aire, sino que agilicen el paso de aire a través del consultorio.²

- Medir periódicamente el nivel de vapores mercuriales en la sala de consulta (se puede emplear para ello placas con dosímetros). El límite vigente de la OSHA para los vapores de mercurio es de 50 microgramos por metro cúbico (promedio peso/tiempo) para un turno de trabajo de ocho horas en una semana laboral de 40 horas.¹
- Se deberán realizar por lo menos una vez cada dos años, mediciones ambientales en los sitios de trabajo.²
- Controlar al personal de la consulta mediante análisis periódicos (el nivel medio de mercurio en la orina es de 6.1 ug /litro).
- Es recomendable seguir usando cápsulas predosificadas, ojalá del tipo de cápsula hermética que se pueda rearmar después de su uso.² No defectuosas y con rosca.⁹
- El almacenamiento de las cápsulas se deberá hacer en sitios alejados de fuente de calor.²
- Usar un amalgamador con tapa y en lo posible con aspiración para eliminar todo contacto dérmico o inhalatorio.
- Manipular la amalgama con cuidado, evitando todo contacto de la piel con el mercurio o la amalgama recién preparada, mediante el uso de cápsulas predosificadas, guantes de caucho, lavado inmediato de las manos, no manipulando más de lo necesario.¹⁰
- Utilizar aislamiento absoluto al momento de retirar y colocar amalgama.
- Al remover obturaciones o pulir amalgamas nuevas se requiere una buena irrigación o aspiración de alto vacío.¹⁰

- Emplear un sistema de evacuación de flujo elevado durante los procesos de acabado o extracción de amalgama. Los sistemas de evacuación deben disponer de trampillas o filtros. Comprobar, limpiar o sustituir periódicamente las trampillas y filtros¹.
- Es conveniente colocar toallas o servilletas desechables debajo de los recipientes que contienen mercurio y los amalgamadores. De esta manera se pueden recoger con facilidad las gotas de metal. Al final de la jornada las toallas se depositan en bolsas de polietileno,² las cuales se cierran herméticamente y se envían para su disposición final.¹⁰
- Cambiar las mascarillas siempre que sea necesario al eliminar las restauraciones de amalgama, ya que las mascarillas para el control de infecciones no eliminan los vapores de mercurio que pueden escapar al aire de la habitación. Las mascarillas pueden retener partículas de 1µm de tamaño y atrapar gotitas o pulverizados presentes en el aire, pero no filtran el vapor mercurial del aire.¹
- Las piezas de mano deben tener muy buena refrigeración al momento de remover amalgamas dentales.²
- Ha de evitarse el calentamiento de mercurio o las amalgamas alejando los recipientes que los contienen de fuentes de calor tales como esterilizadores, sol, etc.¹⁰
- La condensación debe hacerse siempre en forma manual.
- La preparación de la amalgama debe hacerse alejada del sitio de trabajo.²
- Los desechos de amalgama y los posibles sobrantes de mercurio se guardan en un recipiente con tapa que contenga suficiente líquido fijador. También son útiles la glicerina, el aceite mineral y la solución de permanganato de potasio al 2%.¹⁰

- Se hace necesario descontaminar periódicamente el ambiente de trabajo. Para ello ha de buscarse y recogerse el mercurio en pisos, zócalos, sifones de lavamanos y pocetas, equipo instrumental etc., utilizando partículas de zinc humedecidas con ácido clorhídrico.²
- Es mandatoria la reparación de pisos deteriorados. Se recomienda cambiar baldosas por granito pulido sin ranuras o por acero inoxidable.
- Los consultorios deben tener zócalos redondeados. Deben evitarse las alfombras y los pisos de madera.¹⁰
- El instrumental utilizado en procesos de colocación de amalgama no debe dejarse al aire libre, se debe colocar en un recipiente cerrado, y no se debe esterilizar en el horno hasta que no se realice un minucioso lavado² que incluye la descontaminación inicial, cuyo objetivo, es reducir la contaminación y permitir una manipulación del instrumental sin peligro, utilizando el hipoclorito de sodio durante 15 minutos. De esta manera se protege todo el personal que labora y al medio ambiente.
- Posteriormente se realiza la limpieza del instrumental para eliminar material inorgánico, utilizando medios mecánicos o químicos (detergentes que solubilizan residuos).
- Luego de la limpieza, viene el acondicionamiento para la esterilización **NO SE PUEDE ESTERILIZAR NINGÚN INSTRUMENTO SI NO ESTÁ PERFECTAMENTE LIMPIO.**¹⁵
- En caso de derrame accidental de mercurio recogerlo completamente e inmediatamente, dando aviso a la dependencia encargada de la institución para descontaminación química² o limpiar adecuadamente el mercurio derramado utilizando frascos de depósito, cinta adhesiva o

mezcla de recipiente de amalgama para recoger las gotitas; o emplear sistemas comerciales de limpieza. No usar un aspirador casero¹.

- Se debe imponer la utilización de guantes, caretas o gafas a los odontólogos y auxiliares, y la utilización de mascarillas tanto para odontólogos como auxiliares y pacientes.²
- Emplear las ropas de trabajo únicamente en la consulta de odontología.¹

Nota: Se puede comprobar si las cápsulas nuevas o usadas están herméticamente cerradas envolviéndolas con cinta adhesiva. Se notará por cualquier pérdida por pequeñas gotas de mercurio que aparecieran en la cinta adhesiva después de ser sometidas a nitración en un amalgamador.

- Se debe utilizar eyectores de alto volumen al remover obturaciones de amalgama o pulir amalgamas nuevas.
- Se debe evitar el uso de condensadores ultrasónicos de amalgama.² Durante la condensación se observa que un rocío de gotitas pequeñas de mercurio rodea la punta del instrumento.¹¹

BIBLIOGRAFÍA

1. ROBERSON, Theododore M.; HEYMANN, Harold O.; STARDEVANT, John R. Operatoria dental. Arte y ciencia. Materiales odontológicos. 1996. 220 - 236 p.
2. RAMOS G., Eduardo; MICOLTA DURÁN, Luz Stella. Determinación del grado de contaminación con mercurio en odontólogos y auxiliares del Instituto de Seguros Sociales. Tesis de grado. Santiago de Cali, 1992. 08 - 48 p.
3. CÓRDOBA Darío. Toxicología. Materiales y metaloides, intoxicación por mercurio. Medellín, 1991. 101 - 109 p.
4. KONIGBERG, Mina. Mercurio: "El sombrero loco". Disponible en: www.laneta.apc.org/emis/novedades/mercurio.htm.
5. Historia de la amalgama. Disponible en: <http://www.aeldentura.com/capacitacion/marco%20superior/pagina%2050.htm>
6. TORRES; SERNA; CANTILLO. Toxicología alimentaria. Santa Fe de Bogotá, 1992. 41 p.
7. FABRE, René; TRUHAUT, René; DOYEUX, Marcel. Compendio de toxicología. Caracas: Universidad Central de Venezuela, 1962. 899 - 932 p.
8. GISBERT CALABUIG, J. A. Medicina legal y toxicología. 4ª Ed. Barcelona: Salvat, 1991. 719 - 726 p.
9. DJALMA, Jesús, et. al. Reciclaje de los residuos de amalgama dental mediante la recuperación de mercurio y plata. Disponible en: <http://www.folp.usp.br/restauradora/trabalhos/mercurio.htm2>.
10. GUZMÁN PÁEZ, Humberto José. Biomateriales odontológicos de uso clínico. Santa fe de Bogotá: Ecoe, 1999. 139 - 157 p.
11. Medidas de precaución para el manejo del mercurio en odontología. Compendio de salud ocupacional. Unidad de epidemiología y salud pública. Seccional Cali.
12. PHILLIPS, Ralph W. La ciencia de los materiales dentales de Skinner. 9ª Ed. México: McGraw Hill Interamericana, 1991. 313 - 359 p.
13. TORRES SERNA, Camilo. Toxicología programa. Santiago de Cali: Universidad Libre, Facultad de Medicina.
14. La bolsa de la basura. Disponible en: www.pangea.org/edvalter/materialexploracion/unidad2_6.htm
15. Pasos a seguir según la esterilización del instrumental odontológico. Protocolo.
16. Manejo de resinas especiales. Protocolo.
17. Incineración de residuos médicos: Contaminación con dióxido y mercurio. Disponible en: www.alihuen.org.ar/coalicion_anti_inc/residuosmedicos.htm.
18. Residuos tóxicos en odontología. Disponible en: http://www.gacetadenta.com/enero_2001/ciencia/4.htm. Dr. LozanodeLuacesVicente.08021 Barcelona

ANEXOS

Anexo A. Encuesta

1. ¿Utiliza aislamiento absoluto para retirar amalgama desadaptada o con residiva?
SI ____ NO ____
2. En caso afirmativo, ¿dónde coloca los restos de la amalgama que acaba de retirar?
En el piso _____
En la bolsa roja _____
En el lavamanos _____
En la escupidera _____
En recipiente con líquido _____
3. ¿Utiliza guantes y tapabocas al manipular amalgama?
SI ____ NO ____
4. ¿El amalgador que usted utiliza tiene tapa de seguridad?
SI ____ NO ____
5. ¿Utiliza aislamiento absoluto para realizar amalgama?
SI ____ NO ____
6. En caso afirmativo, ¿dónde coloca los restos de amalgama?
En el piso _____
En la bolsa roja _____
En el lavamanos _____
En la escupidera _____
En recipiente con líquido _____
7. ¿Dónde deposita los restos de amalgama que quedan en el vaso portamalgama?
En el piso _____
En la bolsa roja _____
En el lavamanos _____
En la escupidera _____
En recipiente con líquido _____
Lo coloca en la cápsula y lo bota _____
8. Una vez utilizada, ¿Dónde deposita la cápsula en donde viene la amalgama?
En el piso _____
En la bolsa roja _____
En el lavamanos _____
En la escupidera _____
En recipiente con líquido _____

9. ¿Dónde deben ser depositados los restos de amalgama?

Fijador Rx _____

Revelador _____

Agua _____

Hipoclorito de Na _____

10. ¿Cuál es el manejo que se le da al instrumental después de haber manipulado amalgama?

Lo lava inmediatamente luego le esteriliza _____

Lo esteriliza sin lavar _____

Lo deposita en un recipiente hermético cerrado _____

Lo deposita libre en la lonchera _____

11. ¿La unidad en la que trabaja tiene algún tipo de filtro que atrape los restos de amalgama que ayuden a evitar la contaminación?

SI _____ NO _____

12. ¿Considera importante que se le un manejo diferente a los desechos de amalgama con respecto a otros tipos de desecho?

SI _____ NO _____

13. ¿Considera que el sistema de ventilación que hay en la clínica puede contribuir a la intoxicación mercurial?

SI _____ NO _____

14. ¿Conoce los riesgos potenciales y los síntomas de una intoxicación crónica por exposición mercurial?

SI _____ NO _____

15. ¿Sabe qué exámenes debe realizarse para conocer el nivel de contaminación por mercurio?

SI _____ NO _____

16. ¿Cuál se ha realizado y cada cuánto?

17. ¿Sabe usted qué sucede con los restos de amalgama después de que salen de la clínica?

SI _____ NO _____

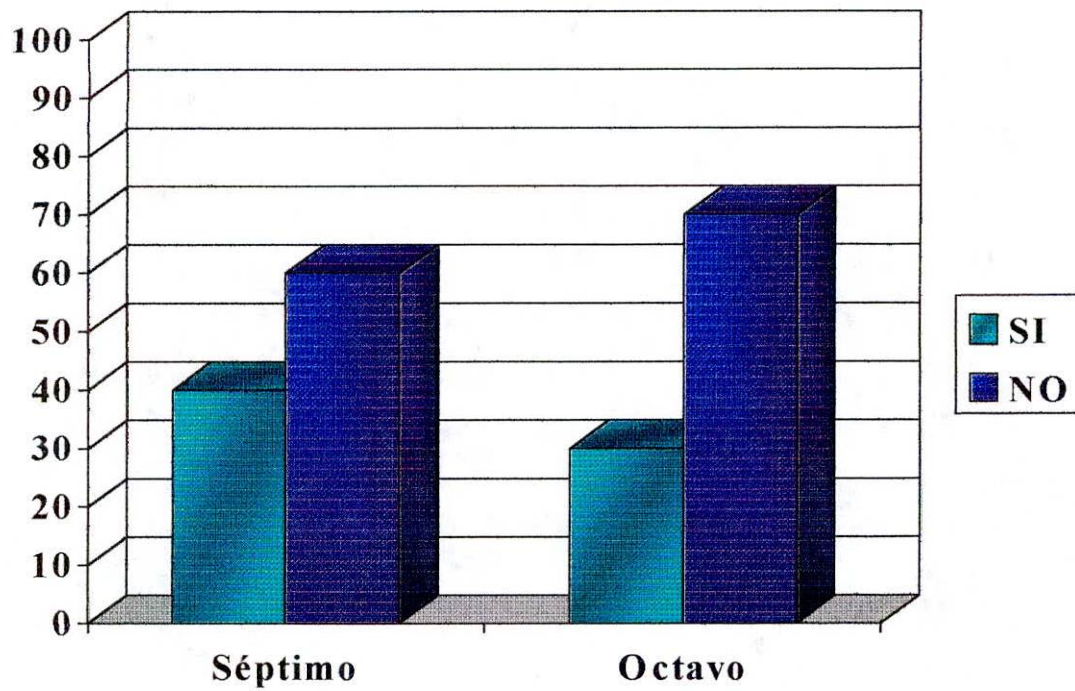
18. ¿Sabe usted qué sucede con los restos de amalgama después de que salen del Colegio Odontológico Colombiano?

SI _____ NO _____

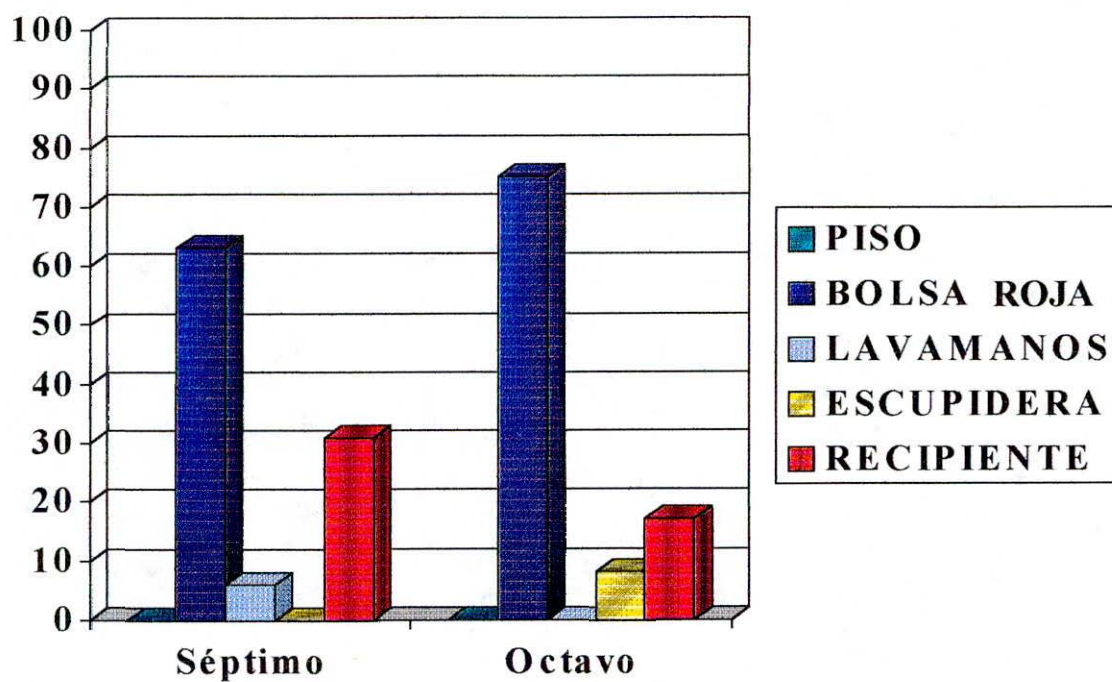
19. ¿Utiliza los recipientes con fijador colocados en las clínicas para depositar los desechos de amalgama?

SI _____ NO _____

Anexo B. Presentación gráfica resultados de la encuesta

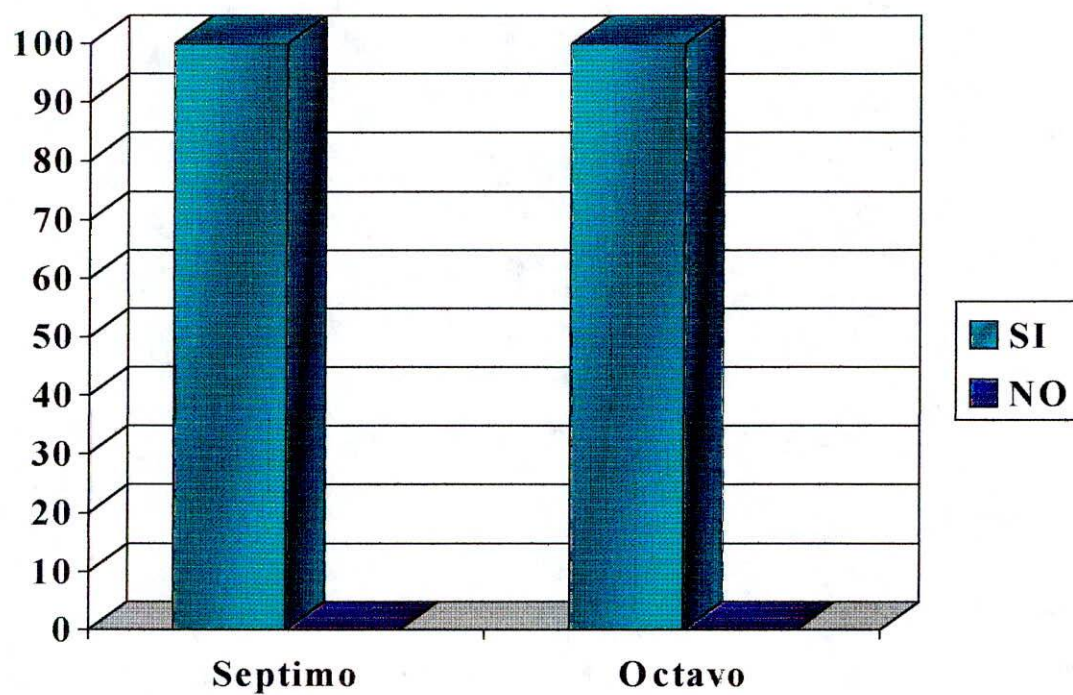


Comparación entre estudiantes de séptimo y octavo semestre de Odontología del Colegio Odontológico Colombiano, sobre si utilizan aislamiento para retirar amalgama.

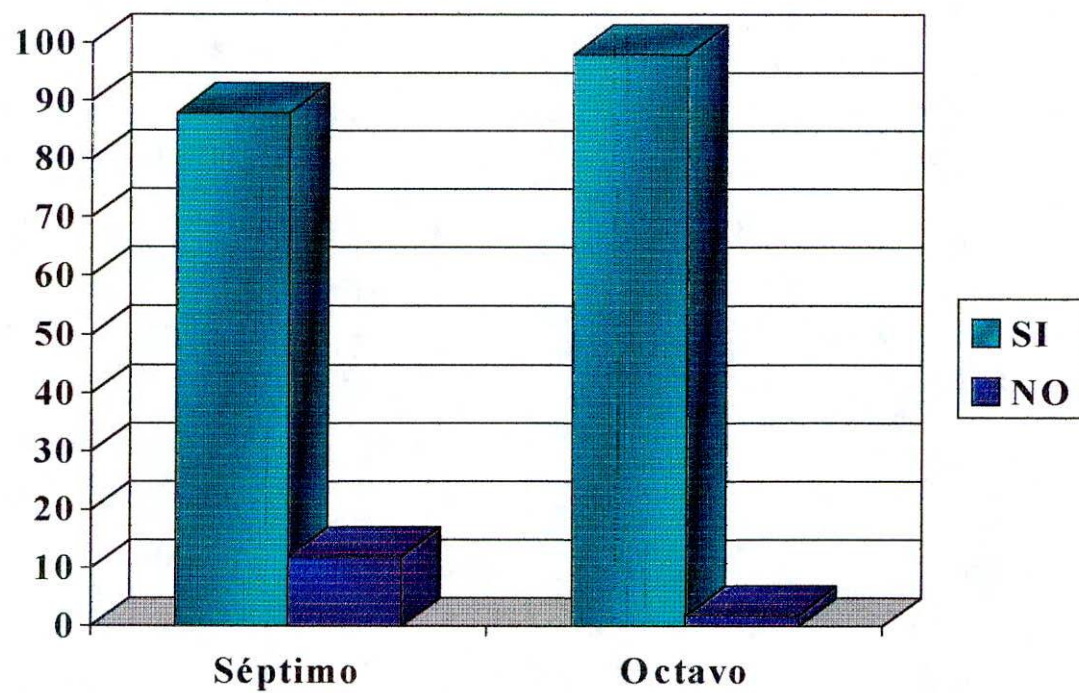


Comparación entre estudiantes de séptimo y octavo semestre de Odontología del Colegio Odontológico Colombiano. Lugar donde colocan los desechos de amalgama.

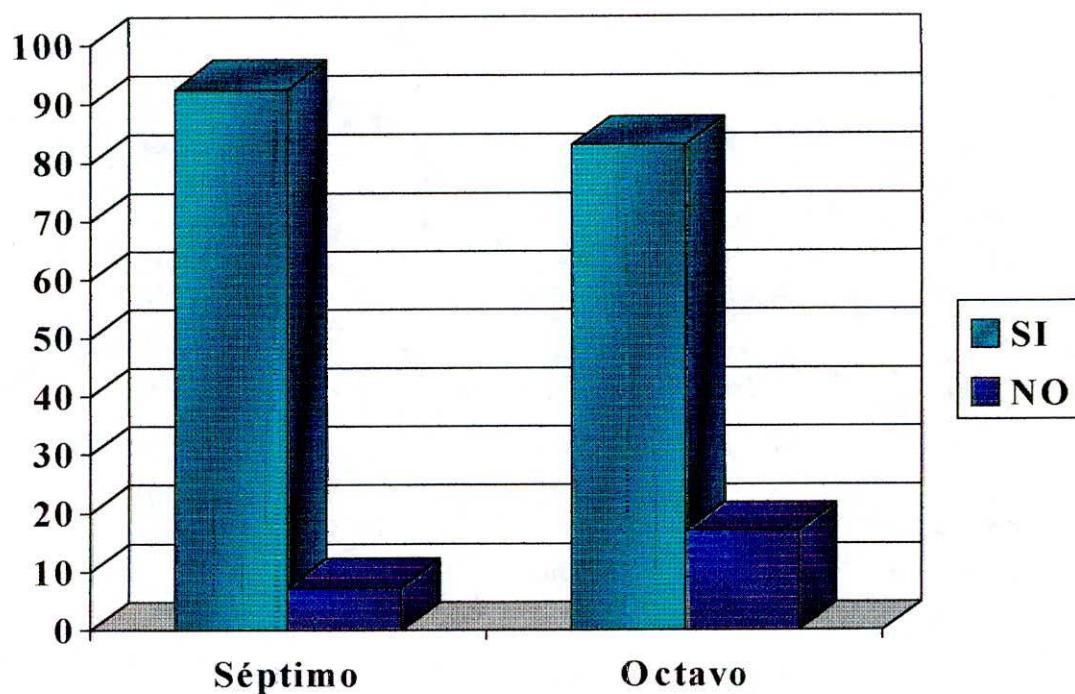




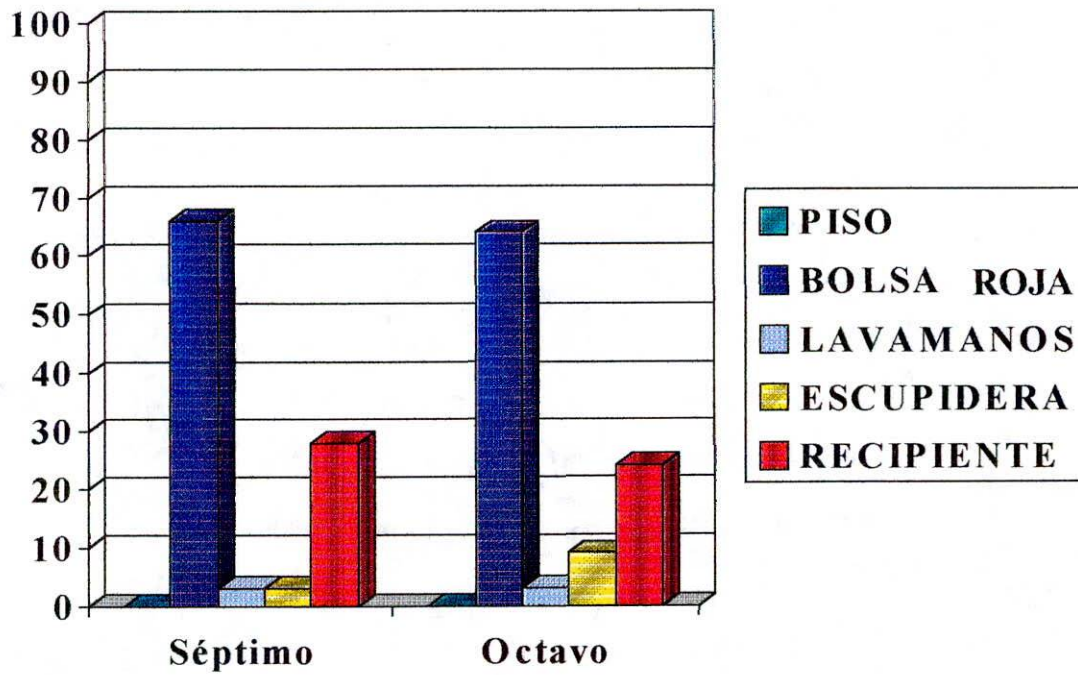
Comparación entre estudiantes de séptimo y octavo semestre de Odontología del Colegio Odontológico Colombiano. Si utiliza guantes y tapabocas.



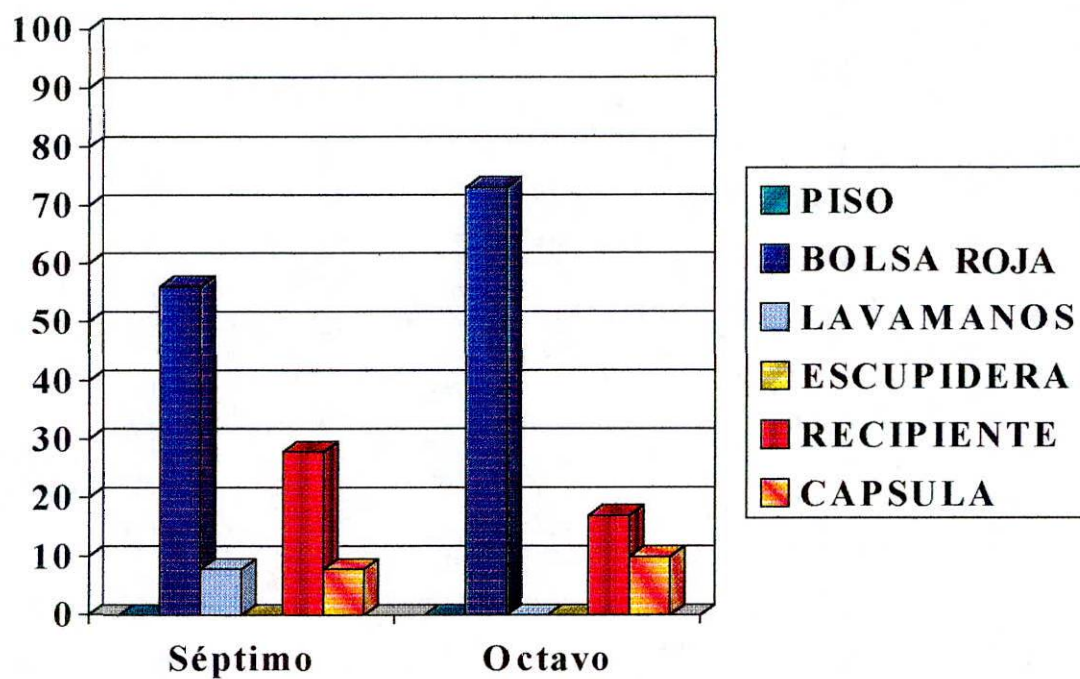
Comparación entre estudiantes de séptimo y octavo semestre de Odontología del Colegio Odontológico Colombiano. Amalgamador con tapa de seguridad.



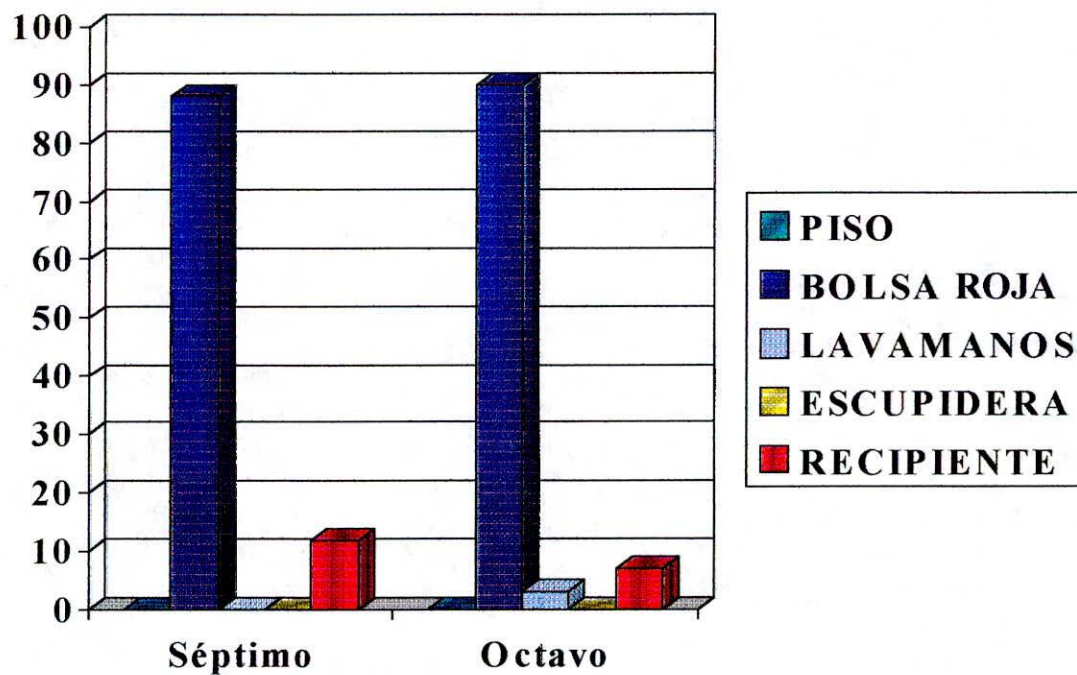
Comparación entre estudiantes de séptimo y octavo semestre de Odontología del Colegio Odontológico Colombiano. Utiliza aislamiento absoluto para realizar amalgama.



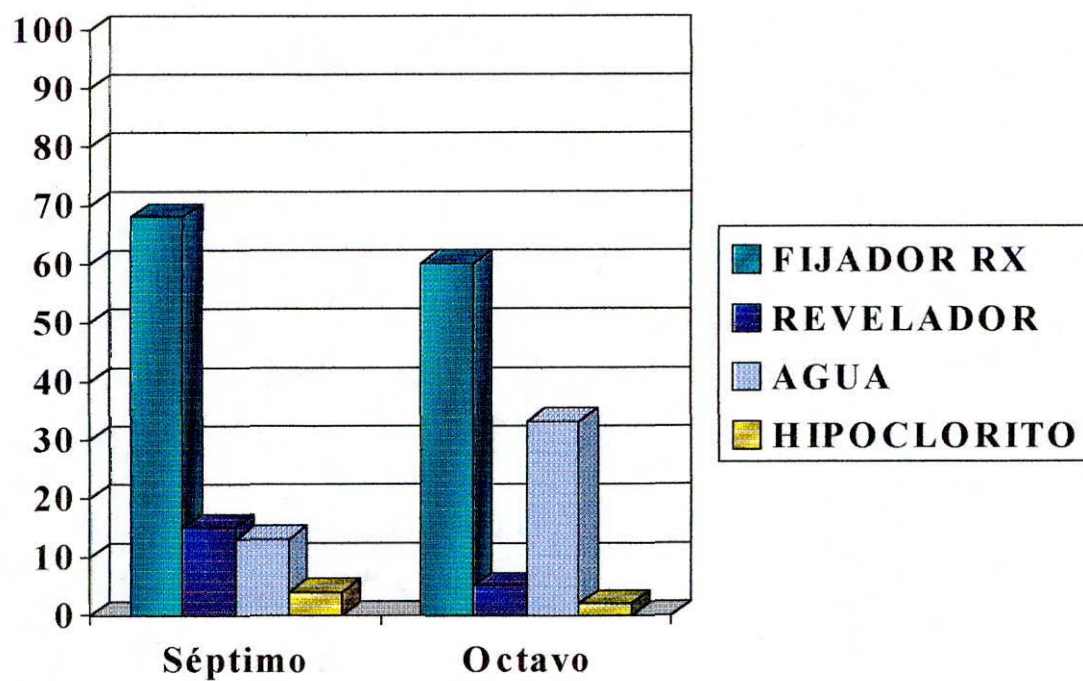
Comparación entre estudiantes de séptimo y octavo semestre de Odontología del Colegio Odontológico Colombiano sobre dónde coloca los restos de amalgama que quedan en la tela de caucho.



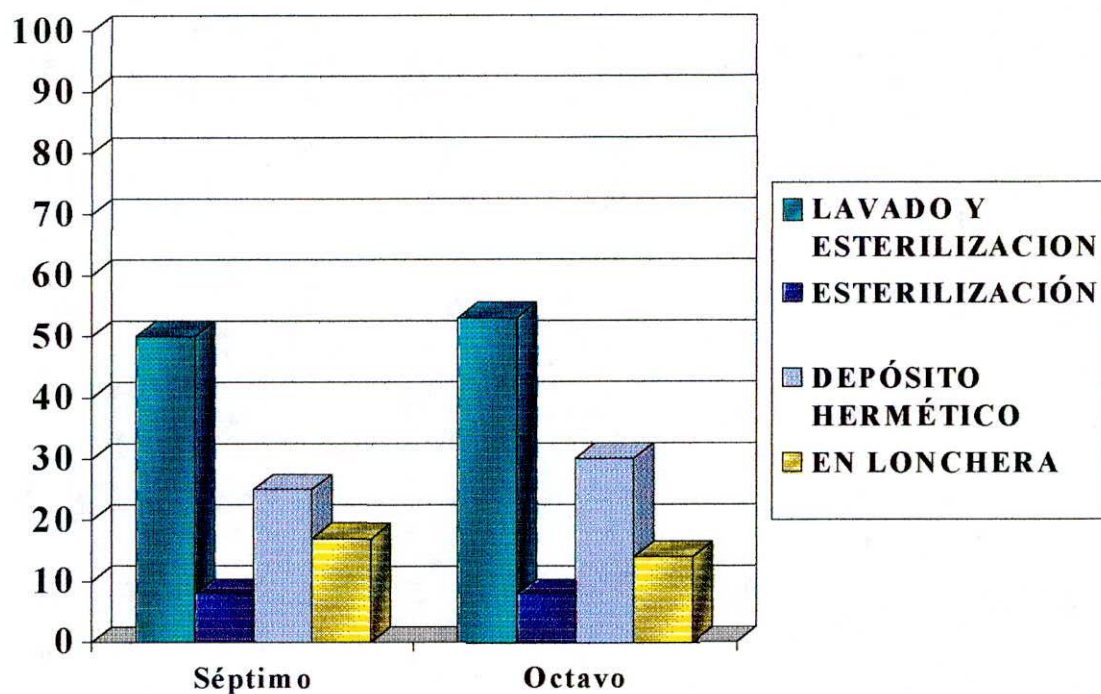
Comparación entre estudiantes de séptimo y octavo semestre de Odontología del Colegio Odontológico Colombiano. Lugar de deposito de los restos que quedan en el vaso metálico para amalgama.



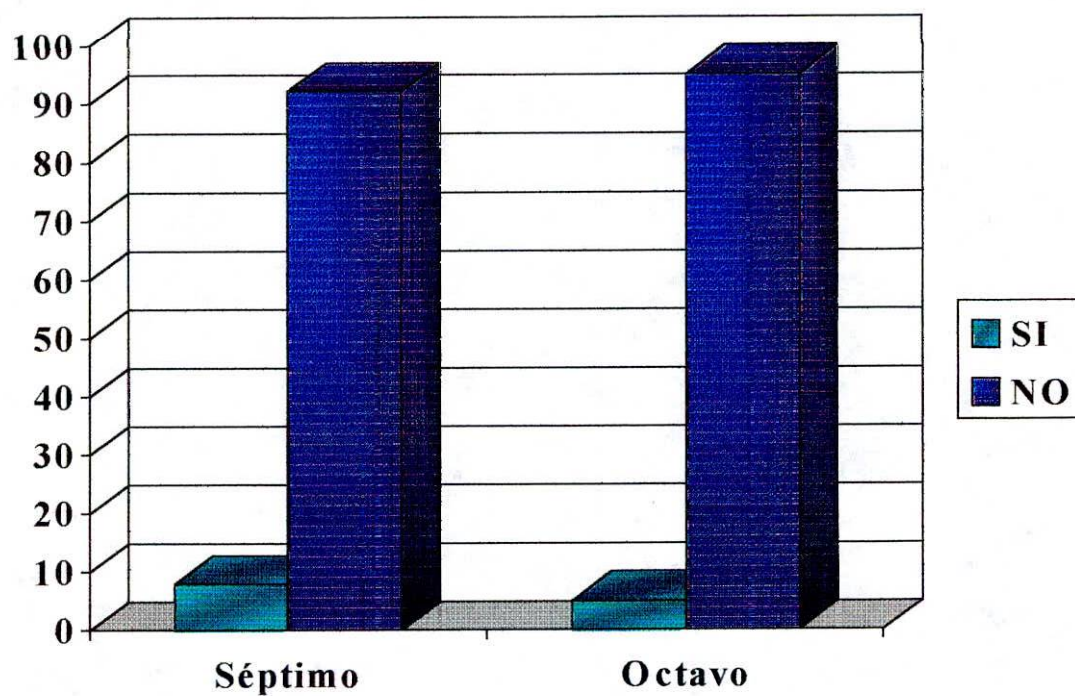
Comparación entre estudiantes de séptimo y octavo semestre de Odontología del Colegio Odontológico Colombiano. Dónde deposita la cápsula de la amalgama una vez utilizada.



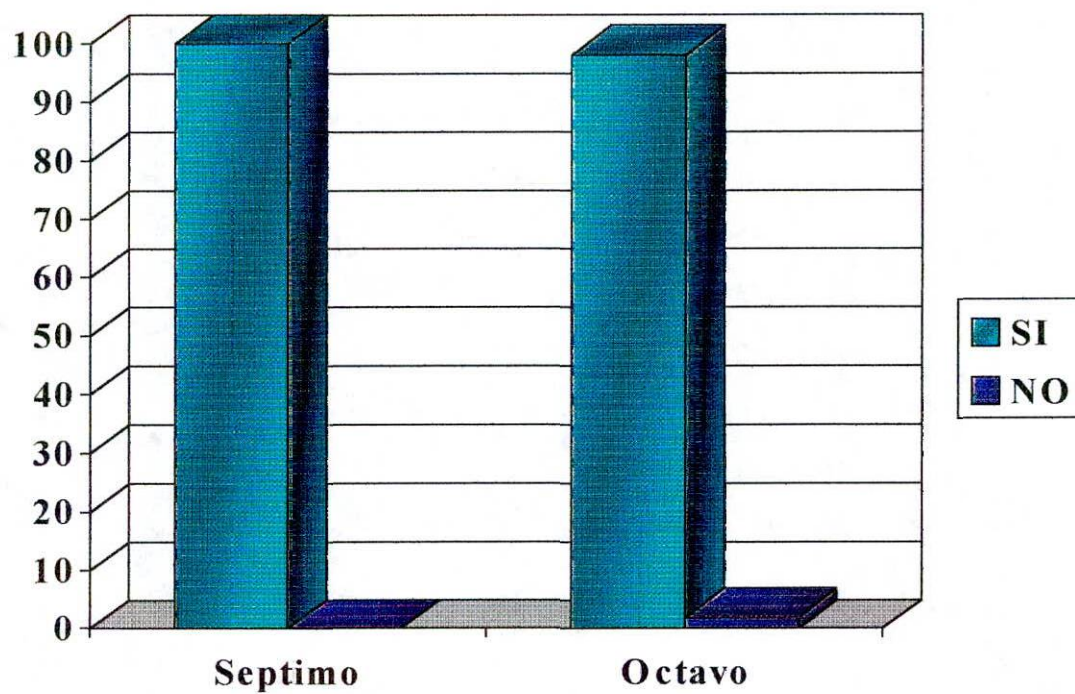
Comparación entre estudiantes de séptimo y octavo semestre de Odontología del Colegio Odontológico Colombiano. Dónde deben de ser depositados los restos de amalgama.



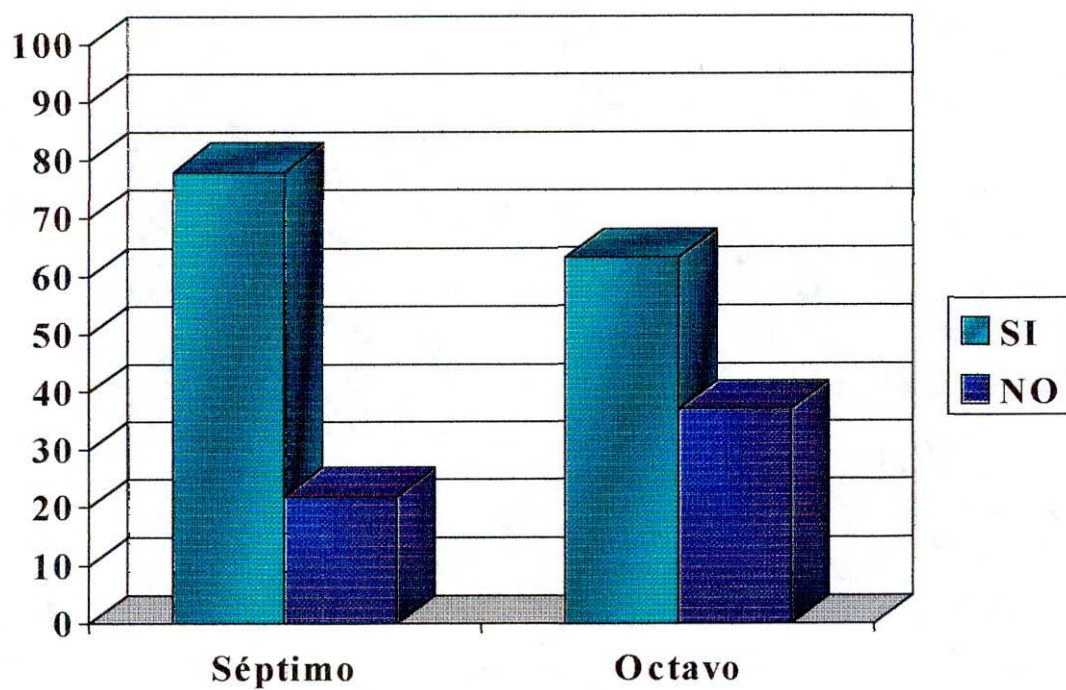
Comparación entre estudiantes de séptimo y octavo semestre de Odontología del Colegio Odontológico Colombiano. Cuál es el manejo del instrumental después de haber manipulado amalgama.



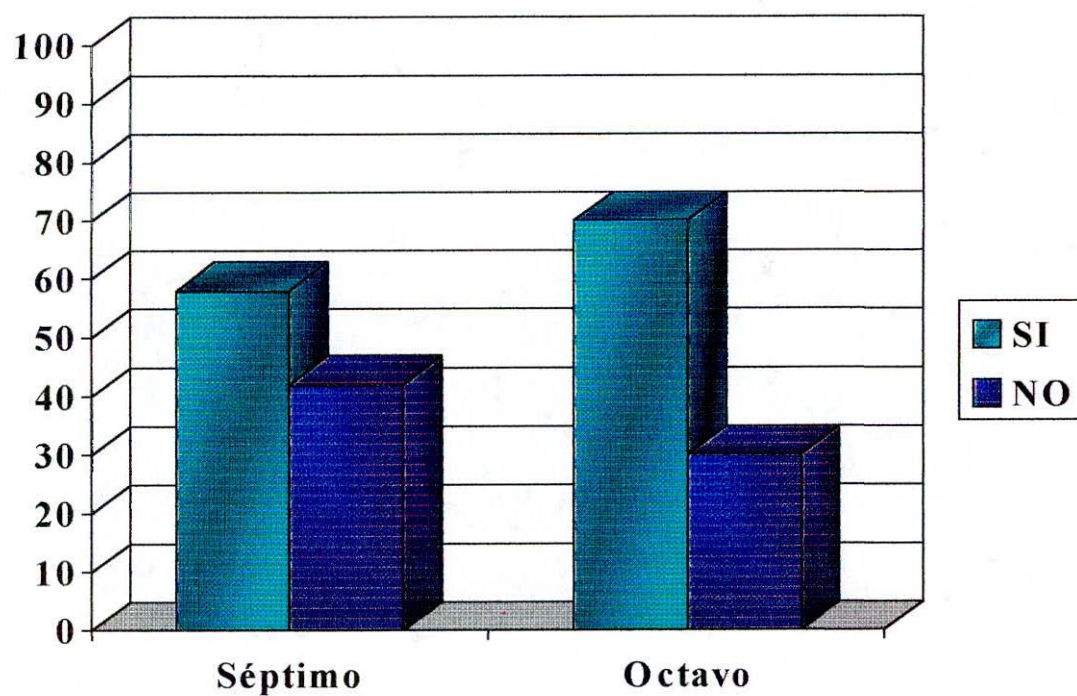
Comparación entre estudiantes de séptimo y octavo semestre de Odontología del Colegio Odontológico Colombiano. Su unidad de trabajo tiene algún tipo de filtro.



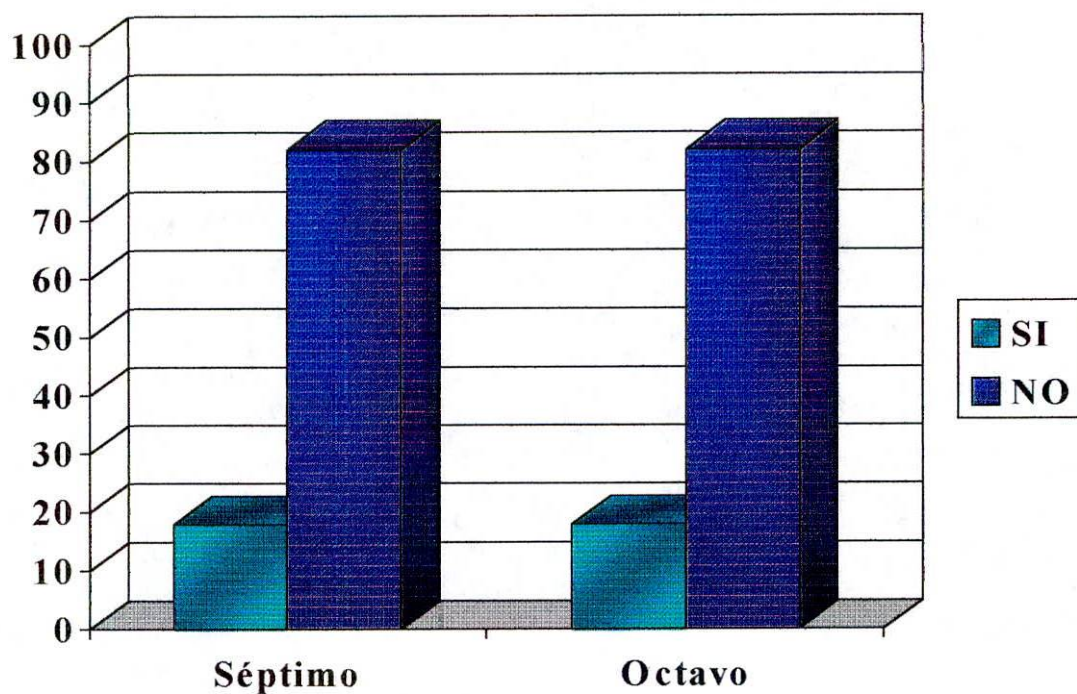
Comparación entre estudiantes de séptimo y octavo semestre de Odontología del Colegio Odontológico Colombiano. Considera importante que se le dé un manejo diferente a los desechos de amalgama con respecto a otro tipo de desechos.



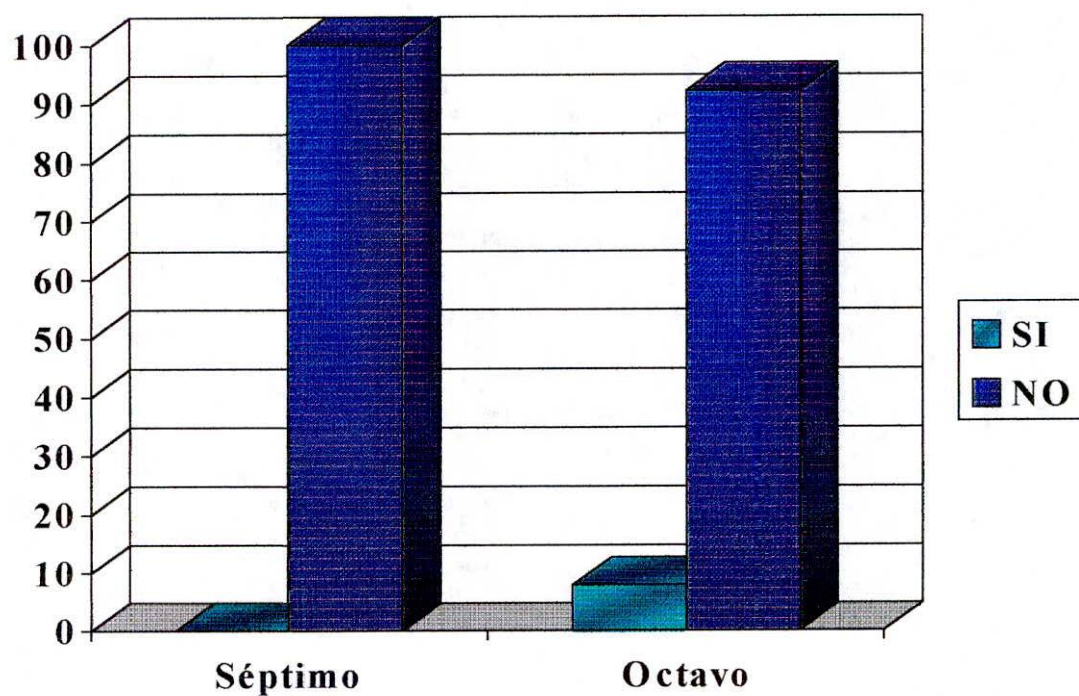
Comparación entre Estudiantes de séptimo y octavo Semestre de Odontología del Colegio Odontológico Colombiano. Considera que el sistema de ventilación que hay en la clínica puede contribuir a la intoxicación mercurial.



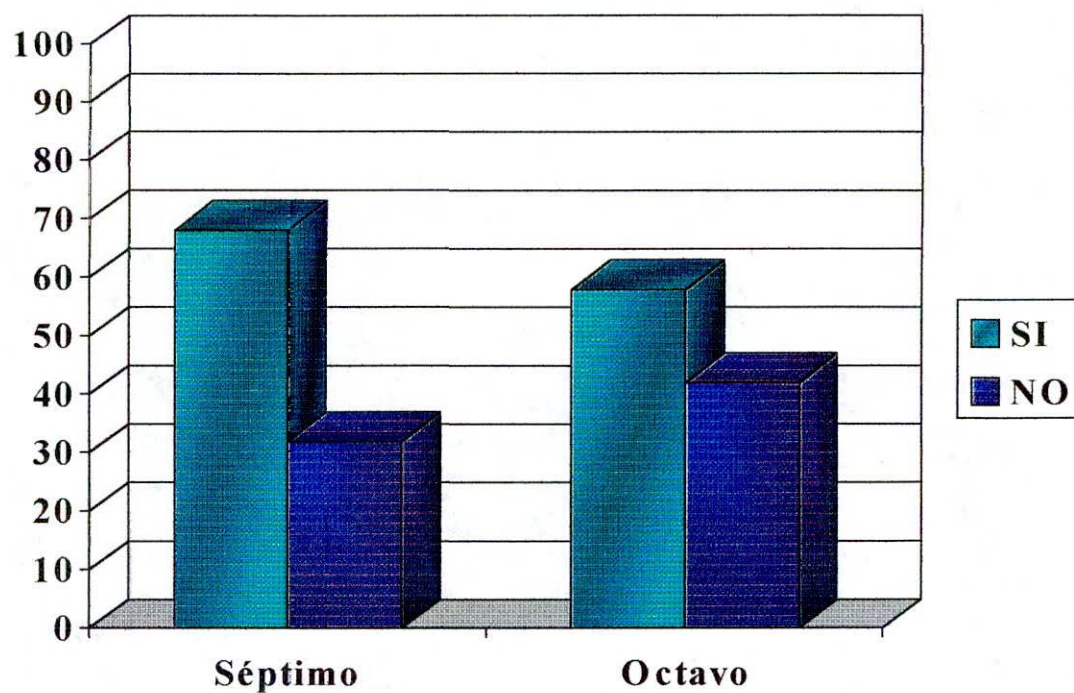
Comparación entre estudiantes de séptimo y octavo Semestre de Odontología del Colegio Odontológico Colombiano. Conoce los riesgos potenciales y los síntomas de una intoxicación crónica por exposición mercurial.



Comparación entre estudiantes de séptimo y octavo semestre de Odontología del Colegio Odontológico Colombiano. Sabe qué exámenes debe realizarse para conocer el nivel de contaminación mercurial.



Comparación entre estudiantes de séptimo y octavo semestre de Odontología del Colegio Odontológico Colombiano. Sabe qué sucede con los restos de amalgama después de que salen del Colegio Odontológico Colombiano.



Comparación entre estudiantes de séptimo y octavo semestre de Odontología del Colegio Odontológico Colombiano. Utiliza los recipientes con fijador ubicados en la clínica para depositar los desechos de amalgama.

Anexo C. Fotografías

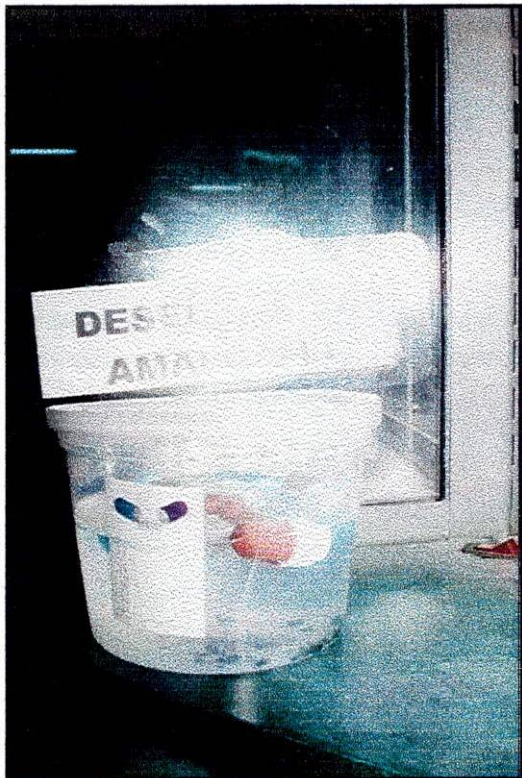


Foto 1

Recipientes para desechos de Amalgama debidamente rotulado, ubicado en la clínica del segundo piso (octavo semestre) sin indicaciones de uso.

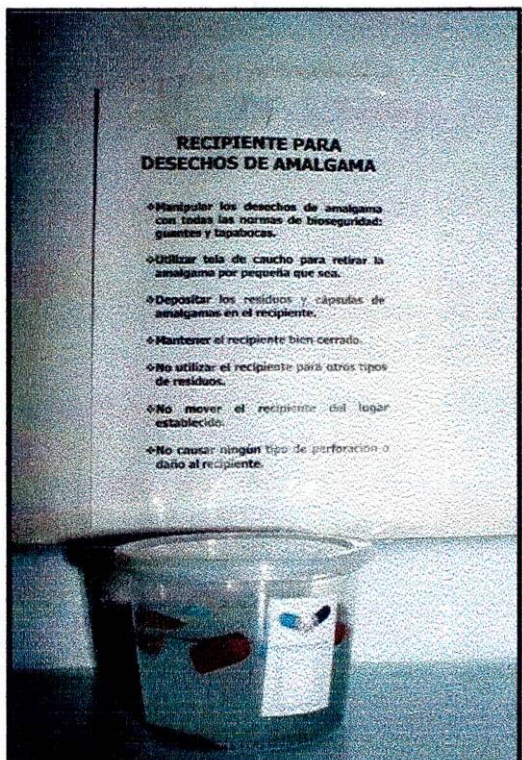


Foto 2

Recipiente para desechos de amalgama debidamente rotulado ubicado en la clínica del tercer piso (séptimo semestre) con las respectivas indicaciones, motivando su uso.



Foto 3
Desechos de Amalgama



Foto 4
Personal de Emsirva encargado de la manipulación de amalgama
colocando el recipiente dentro del molde.

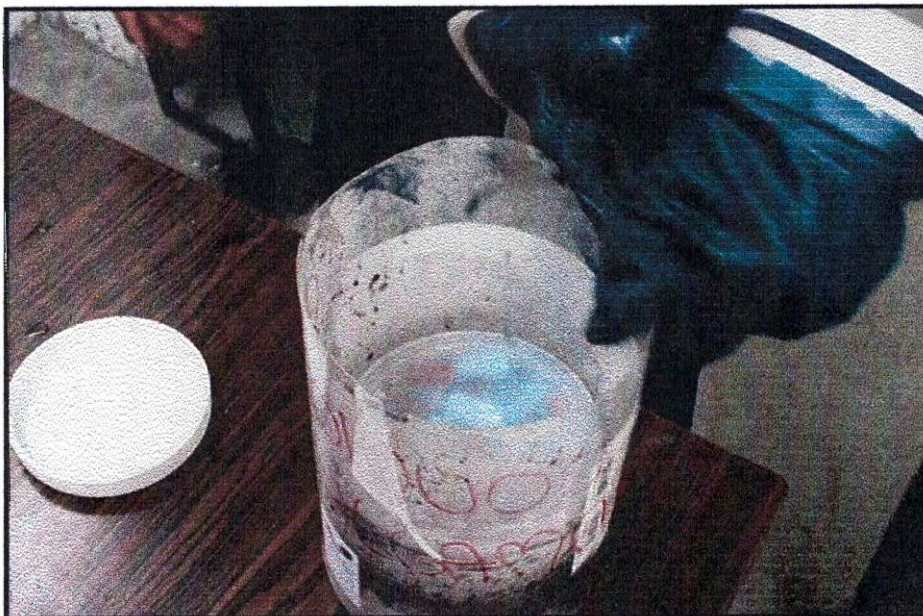


Foto 5

Recipiente para desechos de Amalgama colocado dentro del molde.



Foto 6

Preparación del cemento, mezclando agua, arena y grava.

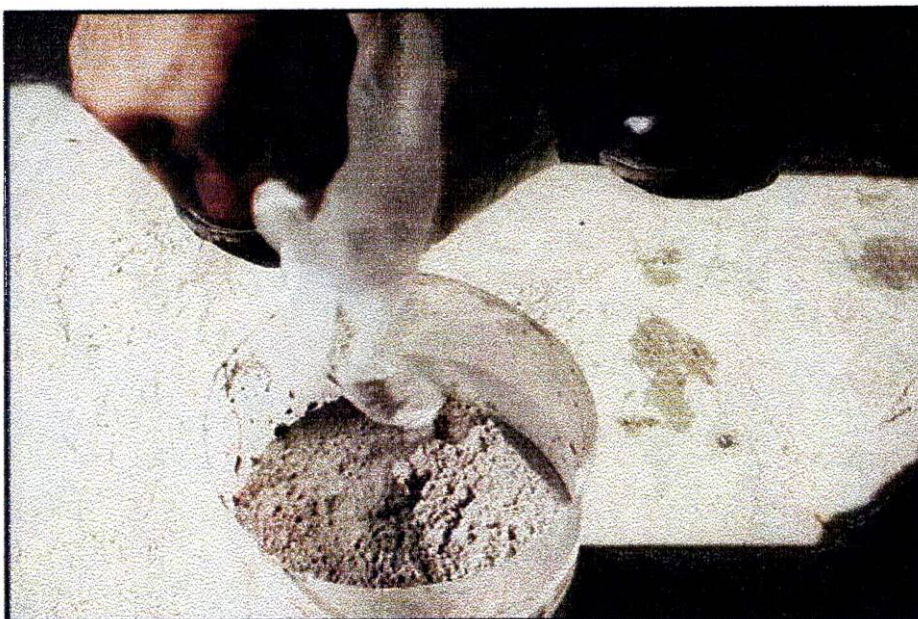


Foto 7

Cubrimiento completo del recipiente para desechos de amalgama con cemento para la formación del bloque.

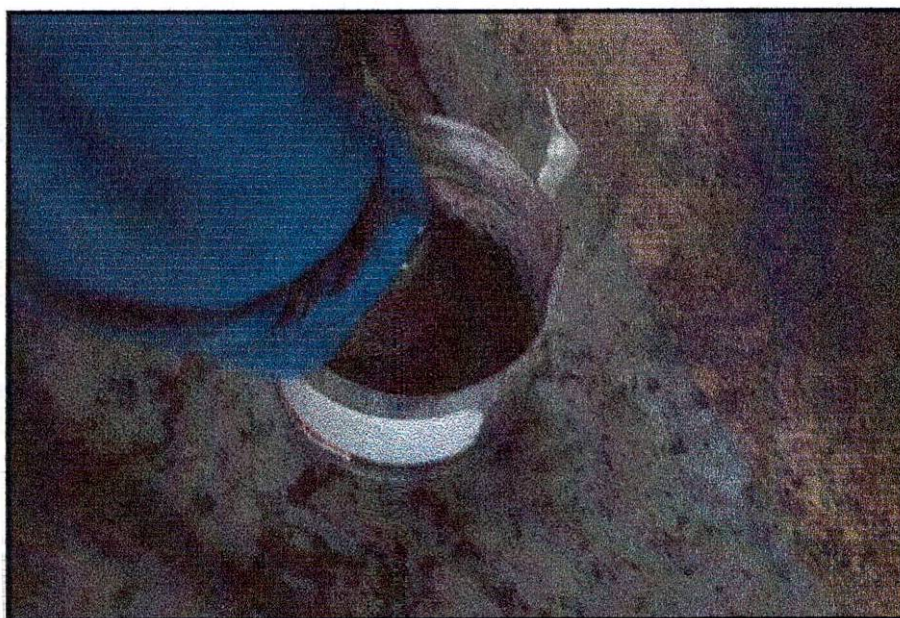


Foto 8

Personal del basurero navarro separando el bloque de cemento del molde.

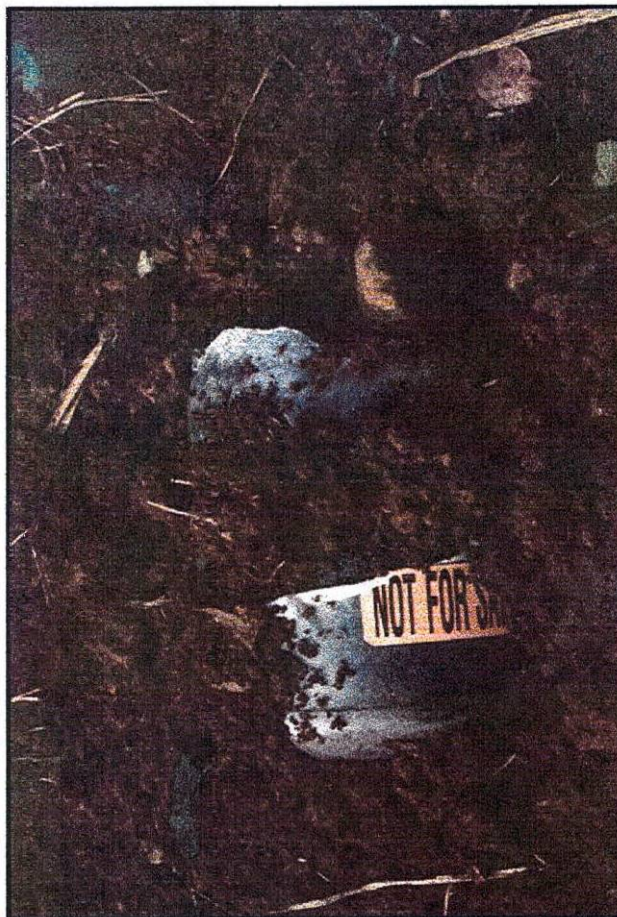


Foto 9

Bloque de cemento siendo enterrado en la fosa cavada finalmente para esto.

**Anexo D. Reciclaje de los residuos de amalgama dental mediante la recuperación de
mercurio y plata**

Reciclaje de los residuos de amalgama dental mediante la recuperación de mercurio y plata

Recycling of dental amalgam residues for the recovery of mercury and silver

Jesus Djalma PÉCORA
Reginaldo Santana da SILVA
Rusiel Amaro de SOUZA
Luiz Fernando Lopes GUIMARAES
Tadao SHUHAMA

Palabras-clave: Residuos - Amalgama dental - Mercurio - Plata

Key Words: Waste products - Dental amalgam - Mercury - Silver

Publicado na Rev. Fola/Oral 4(14):234-237, diciembre de 1998

Resumen

Durante el período de 12 meses se recolectó 3.630 gramos de residuos de amalgama dentaria de las Clínicas Odontológicas y Laboratorios Didácticos de Dentística Operatoria de la FORP-USP, Servicio de Atención Odontológica a Funcionarios de la USP (SISUSP) y consultorios odontológicos particulares. Se recicló el mercurio retirándolo de los residuos de amalgama dental por medio de la destilación de un sistema cerrado al vacío.

SUMMARY

During a period of 12 months, 3,630 grams of dental amalgam residue from Dental Clinics and Teaching Laboratories of USP, Dental Service for USP employees (SISUSP) and private dental clinics was collected. The mercury, removed from the dental amalgam residues, was recycled using a closed vacuum distillation system.

Introducción

La amalgama dental es uno de los materiales restauradores más utilizados en clínica odontológica. Uno de los componentes es el mercurio, cuyo uso ha sufrido algunas restricciones en diferentes períodos, no obstante las restauraciones de amalgama hayan prestado excelentes servicios por más de 150 años.

En 1826, TAVEU¹¹, defendía el uso de la "Pasta de Plata" para restauraciones permanentes. Esta pasta era constituida por una simple combinación de plata y mercurio. A través de esta mezcla presentada por TAVEU, que empleaba monedas de plata que contenían otros metales (cobre) como materia prima para masa de restauración, nació la amalgama que es conocida en todo el mundo.

ANUSAVICE², (1998) resalta que una de las razones por la cual el material presenta excelente comportamiento clínico se debe a la tendencia de que la amalgama tiene la penetración marginal disminuida a medida que el tiempo pasa. El mismo autor enumera también algunos vicios del material como por ejemplo: friabilidad, alteraciones dimensionales, pérdida de brillo (pérdida de la lisura superficial), oxidación y corrosión de la amalgama.

La permanencia en un ambiente contaminado con vapores de mercurio es perjudicial a la salud tanto para el cirujano-dentista como para el paciente (RUPP y PAFFENBARGER⁷, 1971; BAUER y FIRST³, 1982; NILNER⁶ et al. 1985; ANDERSON¹, 1988).

ZIFF¹⁵, (1987) afirma que existe ingestión del mercurio a través de las restauraciones de amalgama. VIMY y LORSCHOLDER¹² (1985) detectan que la cantidad de mercurio emanado de una restauración de amalgama varía de 2 a 20 mg al día.

Tabla 1 - Cantidad en gramos de residuos de amalgama colectados en el Laboratorio de Dentística Operatoria, Clínica de Odontología de la Facultad de Odontología de Ribeirão Preto - USP, SISUSP y consultorio particular.

También, VIMY et al.¹³ (1990) constataron que restauraciones de amalgama realizadas en mujeres embarazadas promovían la contaminación de los fetos en pocas horas, pues la placenta no impide el pasaje de mercurio. La leche materna también era contaminada con mercurio en poco tiempo.

ELIZABENITEZ et al.⁴ (1995) verificaron que los niveles de mercurio emanado inmediatamente después del pulimento de una restauración de amalgama es inmensamente mayor que los niveles provenientes de restauraciones no pulidas.

Los estudios realizados sobre la amalgama se direccionaban a encontrar una mejor forma de evitar la contaminación del consultorio odontológico y la mejor manera de manipularlo. Por lo tanto, es sabio resaltar que algunos cuidados deben tomarse en el consultorio con gotas de mercurio derramadas en el suelo, exceso de mercurio, amalgamadores con fuga, condensadores supersónicos y falias en el sistema de succión al vacío durante la remoción de restauraciones antiguas (SAQUY y PÉCORA⁹, 1996).

La manera de almacenar residuos de amalgama en consultorios odontológicos fue discutida por ELIZABENITEZ et al.⁴ (1995) que afirmaron que para minimizar la insalubridad del ambiente se debe almacenar los residuos de amalgama en recipientes herméticamente cerrados conteniendo agua.

MAGRO et al.⁵ (1994) resalta que todo resto de amalgama debe ser recuperado y almacenado en recipientes cerrados e inmersos en solución fijadora de película radiográfica evitando la liberación de vapores de mercurio.

SAQUY et al. (1997) presentó un método cualitativo de identificación de vapores de mercurio pudiendo ser reproducido en consultorio odontológico.

El continuo trabajo del Odontólogo en su consultorio puede ocasionar enfermedades irreversibles como: fatiga, esclerosis múltiple, arteriosclerosis, enfermedad de Alzheimer, nerviosismo, irritabilidad, dolores de cabeza e inestabilidad emocional (SAQUY y PÉCORA⁸, 1994).

El objetivo de este trabajo es presentar un proceso de reciclaje que permita la recuperación de mercurio y plata de residuos de amalgama dentaria y proponer una solución para los problemas generados por estos residuos contaminantes del medio ambiente.

Material y Método

En un período de 12 meses se recolectó 3 630 gramos de residuos de amalgama dentaria de las Clínicas Odontológicas y Laboratorios Didácticos de la FORP-USP, del Servicio de Atención Odontológica a Funcionarios de la USP (SISUSP) y consultorios odontológicos particulares.

Figura 1 - Porcentaje de plata y mercurio extraído de los residuos de amalgama colectado en el Laboratorio de Dentística Operatoria, Clínicas de la Facultad de Odontología, Servicio de Atención a los Funcionarios de la USP y consultorio particular.

Se dividió en cuatro grupos. Grupo 1 - Laboratorio de Dentística Operatoria; Grupo 2- Clínicas de la Facultad de Odontología de Ribeirão Preto USP; Grupo 3 - Clínicas Odontológicas del SISUSP (Servicio de Emergencia para los Funcionarios de la USP), Grupo 4 - consultorio odontológico particular.

Para la recolección de los residuos de amalgama, se utilizaron diversos recipientes de 500 ml provistos de tapa y obturador conteniendo en su interior agua destilada deionizada y distribuidos estratégicamente en las clínicas y laboratorios. Semanalmente, eran almacenados en un frasco ámbar provisto de tapa y obturador conservado dentro de un compartimiento de vidrio con extractor evitando la contaminación del ambiente de trabajo. A cada 10 días se extraían el mercurio y la plata.

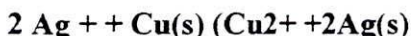
Para la remoción del mercurio se utilizó la técnica de destilación al vacío y para la remoción de la plata se utilizó una reacción de simple cambio de iones.

Para ello, se confeccionó un sistema compuesto por balón de Kijdal de la marca Pirex acoplado a un "kitasato" por boquillas esmeriladas. Para evitar la contaminación del ambiente de trabajo se montó un sistema de seguridad compuesto por un recipiente conteniendo ácido nítrico y un extractor de alta potencia, ambos conectados por conductos de polímero (Figura 2).

Una muestra de 200 gramos de amalgama fue colocada dentro del balón de Kijdal, posteriormente conectado al "kitasato" y calentado con un mechero Bunsen durante dos horas consecutivas.

Transcurrido el tiempo de destilación del mercurio fue removido el residuo conteniendo la plata y colocado en un bequer con ácido nítrico concentrado de marca Merck, para disolver la plata en la forma de nitratos. La plata fue extraída mediante láminas de cobre. Estas láminas

proveía los iones necesarios para la reacción de simple cambio y precipitación de la plata.



Después de transcurridas 48 horas se hizo la colección de la plata precipitada y se le colocó en una bandeja para secado al aire puro. Después del secado de la plata y la destilación del mercurio, estos eran pesados y anotados en una planilla.

Resultado

La Tabla 1 relaciona los valores (en gramos) de residuos de amalgama colectados en el Laboratorio Didáctico de Dentística Operatoria, Clínicas de Odontología de la Facultad de Odontología de Ribeirão Preto, Servicio de Emergencia a los Funcionarios de la USP y consultorio particular, así como la cantidad de plata y mercurio recuperados.

La Figura 1 muestra el porcentaje de la extracción de mercurio y plata en el laboratorio didáctico de Dentística Operatoria, Clínicas Odontológicas de la Facultad de Odontología de Ribeirão Preto (FORP), Servicio de Emergencia para Funcionarios de la USP (SISUSP) y consultorio particular.

Discusión

La amalgama odontológica es uno de los materiales restauradores más empleados en odontología. Se calcula que cerca del 80% de todas las restauraciones sean hechas de amalgama ANASUVICE², 1998)

La discusión en relación a la toxicidad del mercurio, uno de los componentes básicos de la amalgama, es relevada siempre que se analizan sus propiedades. El mercurio puede ser absorbido por las vías respiratorias, tiene alto poder corrosivo, irrita las mucosas, provoca náuseas, vómitos y diarrea (WINDHOLZ et al.⁴, 1993).

El almacenamiento de los residuos de amalgama es, entre otras cosas, una potencial fuente productora de vapor de mercurio. Según algunos investigadores como MAGRO et al.⁵ (1994) y SAQUY et al.⁶ (1997), todo resto de amalgama debe almacenarse en recipiente cerrado conteniendo una solución fijadora radiográfica que impide el pasaje de vapor de mercurio por 17 días, por lo tanto no evita completamente la contaminación del medio ambiente.

La simulación clínica hecha en laboratorio didáctico odontológico, facilita el aprendizaje del alumno, también ayuda a conocer y aprender todas las formas y maneras de manipulación de la amalgama. La amalgama recogida en el laboratorio fue manipulada manualmente, el mercurio fue pesado en balanzas manuales (Crandall), y para la amalgamación se utilizó gral y pistilo. En las clínicas se utilizaron amalgamadores electromecánicos.

Los materiales odontológicos (limalla y mercurio) adquiridos por las clínicas y laboratorios de la USP se obtuvieron mediante licitación, destacándose que durante el período de la investigación se utilizaron diversas marcas.

El mayor porcentaje de mercurio destilado de los residuos de amalgama recogidos en el Laboratorio Didáctico en Dentística Operatoria se debió a que la amalgamación y el pesaje eran hechos manualmente.

El proceso de destilación de amalgama es un método práctico y de fácil manejo que posibilita el montaje de un laboratorio para destilación de la amalgama y evitar la contaminación del ambiente. En este laboratorio, el mercurio se obtiene puro y podrá ser almacenado separadamente y después reutilizado evitando así la contaminación