



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ODONTOLOGIA

**CONTAMINACION POTENCIAL PROVOCADA
POR MATERIALES RADIOGRAFICOS
PROVENIENTES DEL CONSULTORIO DENTAL**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
CIRUJANO DENTISTA
P R E S E N T A N :
BLANCA ESTELA GONZALEZ SOLIS
MARTHA PATRICIA REYES BUSTOS

ASESORES:

DR. JORGE TSUCHIYA LOPEZ

DR. GERARDO MAUPOME CERVANTES

MEXICO, D. F.

ENERO DE 1994

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN





Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ODONTOLOGIA

TESIS DE LICENCIATURA

***"Contaminación potencial provocada por
materiales radiográficos provenientes
del consultorio dental"***

***Blanca Estela Gonzalez Solís
Martha Patricia Reyes Bustos***

***Asesores de tesis:
Dr. Jorge Tsuchiya López
Dr. Gerardo Maupomé Carvantes***

México, D. F. Enero de 1994

A MI PADRE:

Mi primer maestro, principio de mi misma, ejemplo honorable y generoso guía, con amor y gratitud por su enorme sacrificio para que pudiera hacer posible mi meta.

DR. GILBERTO GONZALEZ BECERRA

A MI MADRE:

Gracias por tener fe en mi y que con tu ejemplo, comprensión y ayuda pude seguir adelante y lograr lo que ahora soy.

MA. DE LOS ANGELES SOLIS M.

A MI ESPOSO:

Por tu amor, comprensión y apoyo recibido en cada momento, gracias.

ALBERTO ALONSO GARZA

A MIS HERMANAS:

Por su cariño e integridad que me brindaron para terminar mis estudios.

MA. DEL ROSARIO, MA. DE LOS ANGELES, MA. ISABEL Y LUZ MARIA.

A MIS SUEGROS:

Gracias por su enorme apoyo.

ADELA GARZA N. Y ALEJANDRO ALONSO G.

A MI CUÑADO:

Gracias por tu apoyo,
dedicación, paciencia
y cariño que empeñaste
en la realización de
esta tesis.

ARMANDO ALONSO GARZA

Con gran respeto y cariño a
mis abuelitos y a mi tía
Micaela Martínez.

Por su compañerismo y
amistad que siempre he
recibido de ella.

PATRICIA REYES B.

A MIS AMIGOS:

Por su estimación y cariño.

CARMEN LUGO, VERONICA LEZAMA,
GABRIELA DIAZ, ABRAHAM ALONSO.

AL DR. JORGE TSUCHIYA:

Gracias por haber participado
en uno más de sus proyectos,
para mejorar la visión que
tiene la sociedad hacia el
Cirujano Dentista.

Al Dr. Gerardo Maupome:

Por su gran ayuda en la
elaboración de este trabajo de
investigación.

A MI QUERIDA:

facultad de Odontología

TITULOS

- 1.0 INTRODUCCION**
- 1.1 CONTAMINANTES POTENCIALES EN LA PELICULA RADIOGRAFICA Y EN SU PROCESAMIENTO.**
- 1.2 PROCESAMIENTOS DE REVELADO Y FIJADO RADIOGRAFICO**
- 1.3 MANEJO DE DESECHOS RADIOGRAFICOS EN EL CONSULTORIO DENTAL**
- 1.4 CATEGORIAS DE GENERADORES DE DESECHOS PELIGROSOS**
- 1.5 PROCESAMIENTO DE LOS LIQUIDOS DE USO RADIOGRAFICO UNA VEZ QUE HAN SIDO USADOS**
- 1.6 RECUPERACION DE SALES DE PLATA CONTENIDAS EN EL FIJADOR CANSADO**
 - 1.6.1 INTERCAMBIO IONICO**
 - 1.6.2 ELECTROLISIS**
- 1.7 IMPORTANCIA DE LA LAMINILLA DE PLOMO CONTENIDA EN EL PAQUETE RADIOGRAFICO**
- 2.0 JUSTIFICACION, HIPOTESIS Y OBJETIVOS**
- 3.0 MATERIALES Y METODOS**
- 4.0 RESULTADOS**
- 5.0 DISCUSION**
- 6.0 CONCLUSIONES**

1.0 INTRODUCCION

Hoy en día existe preocupación por mejorar la situación ambiental derivada de la actividad profesional de la Odontología. En diversos países se han puesto en práctica técnicas o procesos de reciclaje de materiales contaminantes. En general, en México se ha dado mayor importancia a la reducción de contaminación ambiental y poco relieve al reciclaje de materiales de desecho. Este ha sido el caso de los materiales usados por los Cirujanos Dentistas en el consultorio dental.

El Cirujano Dentista maneja en el consultorio dental materiales potencialmente tóxicos. Idealmente, debería en consecuencia conocer métodos de almacenamiento, tratamiento y reciclaje apropiados de estos materiales para evitar que contaminen al medio ambiente.

Esta investigación está enfocada a estudiar la contaminación a la cual contribuyen los residuos radiológicos en el consultorio dental, asumiendo como supuesto de investigación que el Cirujano Dentista desconoce las opciones de reutilización del paquete radiográfico y el fijador cansado.

Hoy en día, más que en otro tiempo, ciudadanos y empresas se preguntan por el esfuerzo para reciclar o propiamente deshacerse de desechos que pueden ser perjudiciales al medio ambiente. Los miembros de un consultorio dental no contribuyen en gran medida al problema de los desechos, en forma individual. Sin embargo, colectivamente, la pequeña cantidad de desperdicios producidos por cada uno, sumados al total, constituyen un problema mayor. Es importante que cada miembro de la comunidad elimine los desechos adecuadamente y trabaje para reducirlos y/o reciclarlos.

1.1 CONTAMINANTES POTENCIALES EN LA PELICULA RADIOGRAFICA Y EN SU PROCESAMIENTO

Una película radiográfica intrabucal consiste en una emulsión que se extiende a ambos lados de una base relativamente rígida, pero flexible. Esta emulsión está compuesta por cristales de haloides de plata (principalmente bromuros) que son altamente sensibles a los rayos X, y que se encuentran fijos en una matriz gelatinosa (1, p.16).

Este tipo de películas se hallan envueltas en un material opaco que evita su exposición a la luz. Esta envoltura no permite que la saliva llegue a la película (1, pp.16-18).

La radiografía es la imagen fotográfica de un objeto mediante el uso de rayos x, para que la imagen sea registrada visiblemente en la película, (2, p. 23). después de exponerla a los rayos X, se somete ésta al tratamiento de revelado y fijado (1, p. 16).

La película está protegida con hojas de papel y una lámina delgada de plomo, que sirve como un respaldo y que absorbe la mayoría de los rayos X. La lámina de plomo impide que la radiación dispersa que se origina llegue a los tejidos del paciente y por lo tanto protege al paciente. El respaldo de plomo tiene un patrón que aparece en la radiografía terminada si se expuso del lado incorrecto (1, p. 18).

Como soporte de las capas para las películas radiográficas, se emplea poliéster de 0.2mm aproximadamente de espesor, coloreado de azul; sobre este material de soporte se coloca en ambos lados plástico y gelatina en una capa muy delgada, que asegura la adhesión de la emulsión sensible a la luz sobre el material de soporte (3, pp.26-27).

Estas capas de emulsión son altamente sensibles, de grano grueso y contienen principalmente más gelatina y haluro de plata. Las películas contienen normalmente 1.1 g de plata/m²; sobre la capa sensible a la luz está una capa protectora de gelatina muy endurecida. En total, la película radiográfica consta de 7 capas (3, p.27).

Los cristales de bromuro de plata se sensibilizan al exponerse a la radiación y durante el revelado se reducen a plata metálica (4, p.25).

Es importante considerar que las películas de rayos X para uso dental varían en velocidad o sensibilidad a la radiación, ya que se fabrican de forma que sean mucho más sensibles a los rayos X que a la luz. Debido a que una gran parte de la velocidad de una película va a depender del tamaño de los cristales de haloides argénticos utilizados, cuanto mayor sea el cristal, es mayor la velocidad de la película (2, p.25)

El tamaño de los cristales de halóide de plata en la película influye sobre el detalle. Esto es que la película de grano fino tiene buen detalle pero una velocidad lenta, mientras que la película de grano grueso tiene poco detalle, pero una velocidad de película elevada (2, p.31).

1.2 PROCEDIMIENTOS DE REVELADO Y FIJADO RADIOGRAFICO

Cuando se expone la emulsión a los rayos X, los granos del bromuro de plata que absorbieron energía del haz de rayos X experimentan un cambio físico-químico conocido como producción de imagen latente. Después de que se trata con un revelador adecuado, se convierte en granos microscópicos de plata (4, pp.31-32).

El revelador es un agente reductor y alcalino que dona electrones a los iones de plata susceptibles de la red cristalina de bromuro de plata. Es necesario dejar la película en el revelador durante suficiente tiempo para la expansión de todos los granos y entonces formarse la imagen latente. Si el revelado se prolonga más de lo necesario, los granos a los que no afectaron los rayos X comienzan a revelarse y, después de algún tiempo, toda la película se vuelve negra (4, pp.31-32).

El revelador se oxida al entrar en contacto con el aire, por lo que tiene un periodo limitado de vida; 3 o 4 semanas aproximadamente y se cambiará más frecuentemente si son reveladas una cantidad grande de radiografías (4, pp.31-32).

Cuando la temperatura ambiente los 20°C, como puede ser en lugares tropicales, es aconsejable usar los productos químicos preparados especialmente para esos climas. También para acelerar el proceso se puede emplear el revelador con una concentración mayor de la que el fabricante recomienda (4, p.32).

Las soluciones reveladoras y sus funciones son las siguientes:

AGENTES REVELADORES (REDUCTORES)

Reducen los granos expuestos de Ag en AgBr a Ag metálica libre; elon o metol-estable (trabaja rápido, resalta los grises) Hidroquinona-Inestable (trabaja lento, resalta negros y blancos) (5, p.102).

PRESERVATIVO

Previene la rápida oxidación de agentes reveladores inestables; sulfito de sodio (actúa como antioxidante).

ACELERADOR.

Activa agentes reveladores, suaviza la emulsión; carbonato de sodio (álcali).

RETARDADOR

Retarda agentes del revelado o reduce granos inexpuestos de plata, produciendo así oscuridad. Bromuro de potasio.

SOLVENTE

Vehículo para revelar sustancias químicas; suaviza la emulsión de gelatina: agua.

La acción de los agentes reveladores sobre un cristal de haloide argéntico expuesto consiste en continuar el proceso de precipitación de la plata en todo el cristal y hasta que toda ella haya quedado depositada en el lugar ocupado por el cristal y el bromo haya escapado dentro de la solución reveladora (2, p.32).

Los cristales no expuestos o los que contienen manchas puntiformes de plata o imagen latente no son afectados por la solución reveladora. Sólo mediante el revelado se separa el bromo y la plata negra, metálica, haciendo visible la imagen (2, p.32).

El proceso de revelado en forma manual se trabaja en recipientes de acero, PVC, o loza; las películas se colocan en el gancho porta-radiografías y se mueve con las manos; se seca al aire o en armarios secadores adecuados (3, p.30).

El procesado se lleva a cabo en 4 etapas: revelado, lavado intermedio, fijado y lavado final en un tiempo aproximadamente de 4 minutos, 30 segundos, 10 minutos y 20 minutos del lavado final a una temperatura de 20°C en el cuarto obscuro (3, p.30).

El proceso semiautomático de radiografías ofrece aparatos de varios tipos. Los más sencillos mueven la película automáticamente con su soporte a través de cada baño de líquido y las películas se sacan un poco húmedas del lavado final (3, p.30).

En el procesado automático, las películas se transportan a una velocidad constante y se tiene un control de la mezcla de los líquidos. El transporte de las películas se lleva a cabo por un sistema de rodillos; a consecuencia del efecto exprimidor de éstos, se desliza muy poco líquido revelador a la fase de fijado, por lo que se puede prescindir del lavado intermedio. El tiempo de servicio (entre la entrega y la recepción de la película) es de entre 7 min. y 90 s. El secado se hace con ventiladores (3,p.30).

Las soluciones del fijador y sus funciones:

AGENTES FIJADOR (ACLARADOR) .- *Remueve el bromuro de plata sin revelar la emulsión; requiere varios minutos; después de aclararse, la película se puede interpretar húmeda:*

Tiosulfato de sodio-hiposulfito.

PRESERVATIVO.- *Protege las fallas químicas del agente fijador :*

Sulfito de sodio.

ACIDIFICADOR.- *Proporciona pH ácido requerido por el endurecedor; neutraliza cualquier resto de revelador alcalino:*

Acido acético: ácido .

ENDURECEDOR.- *Endurece y engruesa la emulsión de la gelatina:*

Alumbre potásico: requiere pH ácido.

SOLVENTE .- *Vehículo para fijar las sustancias químicas.*

FIJADO

El fijado consiste en eliminar por disolución de sales de plata no sensibilizada, dejando dentro de la gelatina la imagen negra de plata.

Las radiografías se fijan en baños ácidos (pH 5). La velocidad de fijado está influida por el tipo, concentración, temperatura y movimiento (3, p.33).

El fijador es un solvente para los granos no expuestos de bromuros de plata que los elimina de la emulsión y deja solamente la gelatina con los granos revelados de la plata metálica. Así, al revelar la película se pierde la apariencia verdusca opaca que tenía antes del procesado y la radiografía se vuelve clara (4, p.32).

Después del revelado, la película se enjuaga en agua por lo menos 30 segundos y luego se coloca en la solución fijadora. Se efectúa el enjuagado para alejar el revelador alcalino de la superficie de la película y del soporte de la misma, evitando así que sea llevado al fijador ácido donde estropearía la solución fijadora (2, p.32).

La película revelada se deja en el fijador durante un tiempo de 10 a 15 minutos para fijar la película permanentemente (2, p.32).

Finalmente, la película se debe secar antes de examinarla y guardarla. La gelatina se contrae durante el secado y el contraste se modifica un poco en la película seca con respecto a la húmeda. Cuando la temperatura es excesiva, la emulsión se agrieta (4, p.33).

Cuando se preparan tanto el fijador como el revelador se necesita diluir los líquidos de acuerdo con las instrucciones de la botella que casi siempre son cuatro partes de agua por una de líquido concentrado (4, p.33).

Una porción de los desechos provenientes del consultorio dental incluye fotografías desechadas, químicos procesados en los rayos-x, paquetes dentales intraorales y radiografías descartadas (6, p.1).

La protección del medio ambiente es también manejada por nuestra responsabilidad social, las acciones de hoy seguramente afectaran la calidad del medio ambiente del mañana (6, p.1).

PROPOSITO :

Este documento fué preparado para incrementar conciencia en el medio de los profesionistas dentales, de los que toman con cuidado la responsabilidad del ambiente y para proveer información sobre el manejo de desechos, determinando el método apropiado para la disposición de desechos fotográficos generados en los consultorios dentales.

1.4 CATEGORIAS DE GENERADORES DE DESECHOS PELIGROSOS

La Organización Federal de Conservación y Recuperación de Recursos (RCRA por sus siglas en inglés) creó una clasificación de generadores de desperdicios peligrosos.

1) Generadores de pequeñas cantidades exentos de condicionamientos .- Una persona o grupo que no genere más que 100 kg. al mes de desperdicio peligroso y/o no más de un kg. al mes de desperdicio sumamente peligroso (estos desperdicios que pueden ser fatales en bajas dosis.) Desperdicios fotográficos de consultorios dentales no están clasificados como desperdicios sumamente peligrosos.

2) Generador de pequeñas cantidades.- Una persona o un grupo que genere mas de 100 kg. al mes, pero menos de una tonelada al mes de desperdicio no tan peligroso.

3) Generadores altamente regulados.- Una persona o grupo que genere mas de una tonelada al mes de desperdicio "no tan peligroso".

En la mayoría de Estados Unidos el tamaño promedio de los consultorios dentales son clasificados como generadores de pequeñas cantidades exentos de condicionamientos porque producen un pequeño volumen de desperdicios peligrosos. Como resultado, estos están exentos de las normas federales de regulación de desperdicios peligrosos (7. p. 1).

1.5 PROCESAMIENTO DE LOS LIQUIDOS DE USO RADIOGRAFICO UNA VEZ QUE HAN SIDO USADOS

Los líquidos de proceso, están categorizados como un desperdicio industrial o comercial. Los líquidos de un consultorio pueden ser descargados al sistema de drenaje o sistema de fosa séptica (7, pp.2,4,5).

a) Drenaje municipal

Cuando se tira al drenaje municipal, o a una planta de tratamiento biológico de aguas de desecho el líquido debe ser tratado efectivamente.

En algunas situaciones tirar al drenaje municipal un agua de desperdicio industrial puede requerir de permisos de las autoridades o un programa de pre-tratamiento de desperdicio industrial.

b) Sistema de fosas sépticas

El guardar líquidos del procesamiento de rayos-X dentro de un sistema de fosa séptica debería requerir permisos del estado. Si el guardar líquidos del procesamiento de rayos-X dentro de un sistema de fosa séptica no está contemplado dentro de las regulaciones, la solución tiene que ser acorde a las regulaciones federales, estatales o locales de desperdicios peligrosos (7, pp 2,4,5).

c) Recuperación de plata

La plata, presente en fotografías fijadas por los rayos-X y lavada con agua, es un metal regulado por autoridades de drenaje municipal y agencias de control de contaminación y agua.

Como resultado estas agencias requieren la recuperación de la plata de procesos filmicos para encontrar los límites de la descarga.

La concentración de plata encontrada en procesos filmicos van a depender de la cantidad total de las películas procesadas.

La recuperación de plata debe ser una parte integral de los procesos fotográficos. En el proceso fotográfico de laboratorio que procesa grandes cantidades de película de rayos-X, puede redituar beneficios cuando la colecta de plata es vendida como metal puro (7, p.5).

1.6 RECUPERACION DE SALES DE PLATA CONTENIDAS EN EL FIJADOR CANSADO

Los cristales de haluro de plata sin exponer o sin revelar son eliminados de la emulsión de la película por la solución fijadora (2, p.231).

Generalmente la plata es desechada cuando las soluciones son cambiadas. En otros países (E.U., Alemania, Suiza, etc.) las compañías de suministros dentales proporcionan los aparatos de recuperación de plata apropiados para consultorios odontológicos. El hecho de que estos aparatos permanezcan en el mercado dependerá de la demanda. Las instrucciones que acompañan los aparatos para la recuperación de la plata advierten que las concentraciones demasiado bajas de plata pueden dañar el aparato (2, p.231).

Se dispone de un papel especialmente preparado para calcular la cantidad de plata presente en el fijador. Un fabricante calcula que se encuentran 5.7 g. de plata en una película de tamaño intraoral 500, El fabricante no indica si esta plata se encuentra en una película sin usar o bien si es plata retenida en la solución fijadora tras el tratamiento (2, p.231).

La plata se puede recuperar de las soluciones procesadoras de películas dentales. Los sistemas de recuperación varían desde el simple intercambio de la plata por un metal base colocando el metal en la solución, hasta el equipo electrolítico que requiere de un dispositivo eléctrico. En general, la recuperación de la plata sólo se lleva a cabo en prácticas de un grupo en el que se utiliza una gran cantidad de radiografías, debido a que se necesitan casi 3,500 radiografías intrabucales o 120 panorámicas para obtener una onza de plata. La redituabilidad económica depende de la cantidad de plata que se encuentre en las películas empleadas, de la cantidad de películas que se procesan, del porcentaje de plata que se recupera de las soluciones el costo del sistema de recuperación y el precio de la plata (1, pp.33-34).

MÉTODOS PARA RECUPERACION DE PLATA

La recuperación de plata a partir de el fotoproceso es un buen negocio (6, p.4). Existen actualmente varios métodos para recuperación de plata y en el mercado dos son los más usados:

- Reemplazo metálico (intercambio iónico)
- Galvanismo (electrólisis)

1.6.1 INTERCAMBIO IONICO

Método simple que utiliza filtros con esponjas metálicas para la recuperación de plata; su proceso requiere conocimientos de metalurgia para la obtención de plata comercial (7, pp.1,4).

En este método, reacciona el metal (usualmente hierro) con el tiosulfato de plata y el metal (plata) menos activo se sedimenta como un sólido. Es pasado por un contenedor con esponjas metálicas las cuales dan origen al reemplazamiento de plata por hierro .

Las principales ventajas, en comparación con el método electrolítico son los bajos costos iniciales, los cartuchos cuestan de \$30 a \$60 dls. y la fácil instalación (7, pp.1,4).

Las desventajas en este método son que la plata es recuperada como un sedimento, lo que hace difícil determinar la cantidad exacta recuperada, y este sedimento requiere de un mayor refinamiento que la plata obtenida con métodos electrolíticos (7, pp.1,4).

Asimismo, los cartuchos no pueden ser reutilizados, tienen que reemplazarse cuando ya no sirven. El líquido de los cartuchos contiene gran cantidad de hierro (7, pp.1,4).

Existen dos métodos de intercambio iónico que han sido utilizados en laboratorios de fotoproceso para recuperar la plata de soluciones diluidas (7, pp.1,4):

- Intercambio iónico de precipitación in situ
- Intercambio iónico convencional .

Con ambos métodos, la plata es removida bombeándola a través de una columna de resina de intercambio. La diferencia entre los dos métodos es el paso de regeneración.

En el método convencional de intercambio iónico, la plata es removida de la resina por medio de la regeneración con la solución de tiosulfato; la plata es entonces removida del regenerante fluyendo por la celdilla electrolítica.

Con el método de intercambio iónico in situ, el ácido sulfúrico diluido es usado para precipitados en pequeñas gotas de resinas como sulfuro de plata en lugar de remover esto con regenerante. La resina es usada durante muchos ciclos sin una pérdida de su capacidad. Cuando la resina eventualmente pierde su capacidad para recuperar plata, o cuando contiene suficiente plata para recuperarla convenientemente, es enviada a un refinador de plata, el cual la incinera para remover la plata. Esto puede tomar de seis meses a un año.

La mayor ventaja en el uso del método de intercambio iónico es que se puede reducir la plata en el proceso de bajos niveles (0.1 a 2mg/L). En áreas con regulaciones estrictas de descarga de plata, este método puede ser el único aceptable.

Las desventajas del método in situ son que se requiere una gran inversión, y mayor manejo químico que en el reemplazo metálico y que en la recuperación electrolítica de plata. También el pH del consumo regenerante debe ser ajustado a la descarga de las columnas para prevenir la formación de dióxido de azufre y para asegurar la descarga permitida según los códigos de la localidad al alcantarillado.

El método de intercambio iónico no puede ser usado para recuperar plata de fijador cansado; este es aceptable únicamente, para recuperar la plata de soluciones diluidas como agua tratada o una combinación de fijador cansado y agua tratada. El método de intercambio iónico convencional también tiene algunas desventajas, como la inversión tan alta (ambos equipos de intercambio iónico y unidad electrolítica son necesarios) y el aumento de complejidad en la operación (sólo pocos laboratorios de alto volumen usan este método satisfactoriamente). Sin embargo, permanece una opción para laboratorios que limitan estrictamente la cantidad de plata descargada.

El costo del equipo para recuperar plata va de acuerdo al volumen de materiales que se van a procesar.

Si es bajo el volumen, los cartuchos de recuperación química son una opción razonable para la recuperación de plata. Los cartuchos son muy eficientes y muy fáciles de monitorear con las tiras de papel Kodak para probar la cantidad de plata y son de fácil instalación. El costo de instalación, operación y monitoreo de este equipo es bajo comparado con otros métodos.

Aunque la inversión del capital para las celdillas del recuperador es más alta que los cartuchos, no es necesario reemplazar el equipo. Si se usan las celdillas electrolíticas, el costo de refinación para la recuperación de plata será más bajo que con otros métodos por que la concentración de plata recuperada es casi siempre 95 % o más pura.

*Para un mayor volumen de operación el intercambio iónico *in situ* es también una opción. Este método puede utilizarse como un tratamiento primario, o usarse unido a una unidad electrolítica si se diluye la descarga de las celdillas electrolíticas con agua tratada.*

Este método permite recuperar la máxima cantidad de plata y minimiza la cantidad de plata descargada. Se requiere una gran inversión y mayor manejo químico que con los cartuchos de recuperación química o celdillas electrolíticas.

La concentración de plata que puede ser descargada en una planta de tratamiento es frecuentemente regulada, aunque la plata en efluente fotográfico es una forma no peligrosa. Por consiguiente, los costos pueden no ser una consideración primaria para escoger el método de recuperación de plata.

Para considerar el tipo de método será necesario conocer los límites de las regulaciones locales de descarga de plata para que reduzca la plata a un nivel aceptable. En algunos casos, una agencia reguladora puede tomar en cuenta la no toxicidad de la plata en el líquido fotográfico y considerar una variación.

Es difícil mantener bajos los niveles de concentración en los líquidos con las celdillas electrolíticas de recuperación. Las concentraciones dependen de que tan baja se pueda establecer la densidad en la unidad. Cuando las concentraciones de plata disminuyen, la densidad debe mantenerse baja para impedir la formación de sulfito de plata.

Con densidades bajas, es necesario un cátodo largo para obtener la recuperación necesaria. Si las celdillas no son capaces de reducir la concentración de plata en el líquido a un nivel requerido, simplemente alimentan los líquidos de las celdillas electrolíticas por medio de cartuchos químicos para recuperar plata adicional.

*Una buena recuperación es posible con un método de intercambio iónico. El cambio de precipitación *in situ* puede reducir las concentraciones en el líquido a un nivel de 0.1 mg/L. Sin embargo es difícil diluir las concentraciones con la cantidad conveniente de agua tratada antes del tratamiento. Una concentración muy alta de tiosulfato en la solución puede causar un derrame a lo largo de la columna.*

1.6.2 ELECTROLISIS

Es la descomposición química de una sustancia líquida por medio de la corriente eléctrica.

Cuando las terminales de una batería o cualquier otra fuente de corriente directa se conecta a los alambres metálicos y estos se introducen dentro de la disolución acuosa de un electrolito, la corriente fluirá a través de la disolución; como un resultado de este paso de corriente, se efectuarán reacciones químicas en la superficie de los electrodos sumergidos en la disolución.

Los electrones cargados negativamente, se mueven de la batería hacia su terminal negativa (cátodo); este cátodo se carga con electricidad negativa, y los electrones que están sobre él reaccionan con el material que lo rodea.

En la terminal cargada positivamente (ánodo), los materiales en disolución reaccionan con él cediéndole sus electrones. Estos electrones pueden regresar a la batería, completando el circuito electrónico. Así, la electrólisis es un grupo de reacciones en el ánodo (+) y en el cátodo (-) que implica la cesión de electrones entre los materiales en la disolución y los electrodos. Tales reacciones de cesión de electrones se conocen como oxidación (pérdida de electrones) o reducción (ganancia de electrones), y siempre ocurren simultáneamente (7, p.2).

En este método la solución de plata pasa entre dos electrodos, controlados con corriente eléctrica; las láminas de plata quedan fuera del cátodo como metal puro (7, p.4).

La ventaja de este método es que la plata se recupera casi pura lo que hace fácil su manejo y bajo el costo de refinación.

Con un monitoreo cuidadoso se permite asegurar el reutilizamiento en algunos procesos. Esto también evita la necesidad de proveer y reemplazar los cartuchos, al igual que en el método de reemplazo metálico.

Las desventajas de este método son la dificultad en la reducción de plata en los líquidos con muy bajos niveles; este método requiere de un monitoreo cuidadoso para evitar la formación de sulfuro de plata, y una fuerte inversión inicial (7, p.2).

1.7 IMPORTANCIA DE LA LAMINILLA DE PLOMO CONTENIDA EN EL PAQUETE RADIOGRAFICO

El alto peso del plomo lo hace adecuado para usos como pesos y contrapesos, y su alta densidad para proteger contra los rayos beta y X (6, p.5).

Al utilizar radiografías en el consultorio dental quedan como parte del residuo laminillas de plomo que se consideran un desperdicio altamente peligroso; por lo tanto, buscando una solución para eliminar estos residuos, encontramos que los Cirujanos Dentistas pueden guardar sus laminillas de plomo para que al acumularse una cantidad grande de éstas, las lleven a una fundidora, y ahí les den un trato adecuado. De esta manera se reduce la responsabilidad de contribuir a un alto grado de contaminación al medio ambiente (6, p.5).

Las laminillas de plomo una vez usadas, se recomienda llevarlas a personas especializadas en la compra de este metal. Aproximadamente el costo por kg de plomo es de N\$ 0.60.

2.0 JUSTIFICACION, HIPOTESIS Y OBJETIVOS

Atendiendo al amplio uso de los métodos radiográficos para ayudar al diagnóstico en el ambiente dental, pareció razonable investigar algunas conductas y actitudes de los Cirujanos Dentistas hacia esta posible fuente de contaminantes. La literatura nacional no arrojó indicios de que se hayan realizado con anterioridad investigaciones que describan estos aspectos de la práctica profesional en México.

Ya que esta investigación es netamente descriptiva, no se considera estrictamente necesaria la inclusión de una hipótesis de trabajo.

El objetivo general de la presente investigación fue establecer un perfil somero de algunas costumbres, creencias y actitudes de una muestra de Cirujanos Dentistas respecto del potencial contaminante, reciclamiento, y manejo adecuado de desechos derivados del uso de radiografías en el entorno dental.

ANEXOS

1.0 MATERIALES Y METODOS

Se realizaron dos muestreos de cuotas, en los que se fijaron las metas de entrevistar individualmente a 150 Cirujanos Dentistas. En el primer muestreo se pretendió aplicar un estudio piloto a 50 Cirujanos Dentistas. En base a los resultados de este estudio piloto, se refinó y modificó el instrumento de trabajo. El segundo muestreo se llevó a cabo para poder aplicar el instrumento de recuperación de información en su forma final, con el objetivo último de entrevistar 100 Cirujanos Dentistas. Los Cirujanos Dentistas que participaron en el estudio piloto no fueron entrevistados en el final.

Los Cirujanos Dentistas que participaron en las dos etapas de la investigación (piloto y final) fueron entrevistados en las instalaciones de la Facultad de Odontología, Universidad Nacional Autónoma de México (de Mayo a Julio de 1993). Todos ellos eran miembros del cuerpo académico de la Facultad. Al momento de iniciarse la entrevista, se requirieron breves datos demográficos del respondiente y después se le entregó el instrumento para que lo llenara. No se marcó límite de tiempo para hacerlo y, considerando que la mayor parte de estos profesores fueron contactados fuera de sus horas de labores y fuera de aulas, clínicas o laboratorios, presumiblemente no existieron presiones de tiempo para contestar el cuestionario.

En todos los casos se hizo una breve exposición del interés principal del estudio, así como se ofreció una garantía de confidencialidad hacia los datos revelados por la participación en la investigación.

Los únicos criterios de inclusión que se manejaron fueron que los respondientes se hubiesen titulado como Cirujanos Dentistas y trabajaran en un consultorio dental (con o sin rayos X).

El Anexo 1 muestra un facsímil del cuestionario usado en la investigación.

2.0 RESULTADOS

Las cifras metas propuestas para los estudios piloto y final fueron alcanzadas, siendo la tasa de respuesta 100% en ambos casos (n=50 y n=100, respectivamente).

Los resultados gráficos de los cuestionarios (piloto y final) se encuentran en las Gráficas 1 a la 8.

El número aproximado de radiografías tomadas por los Cirujanos Dentistas cuestionados en el periodo de una semana fue de:

Periapicales 1,172 = 1,045 gramos de plomo

Oclusales 91 = 286 gramos de plomo

Tomando en cuenta que la laminilla de plomo de una película periapical pesa 0.892 g. y una oclusal pesa 3.143 g.

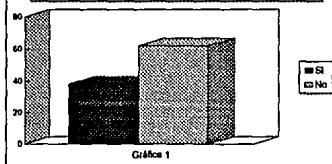
Esto arroja un total de 1,263 radiografías que multiplicado por el área de plomo contenido en éstas nos da un total de 1,331 gramos de plomo. Al tomar los porcentajes de Cirujanos Dentistas que desechan estos materiales, se obtiene una cantidad promedio de la aportación de estos a la contaminación.

Del 86.6% de Cirujanos Dentistas que cuentan con equipo de rayos X, el 38% conocen los materiales que componen una radiografía y el 62% no los conocen (Gráfica No. 1). 7.6% guardan el material radiográfico utilizado y el 92.4% lo tiran a la basura (Gráfica No. 2).

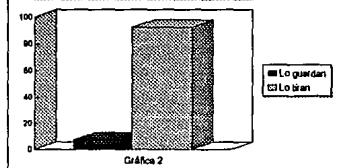
Los Cirujanos Dentistas que conocen algún tipo de re-uso del plomo y líquidos de proceso son el 7.6% del los entrevistados y el 92.4% lo desconocen (Gráfica No. 3).

El 100% de los Cirujanos Dentistas entrevistados destinan los líquidos de proceso ya utilizados al drenaje, es decir que nadie los manda a ningún laboratorio especializado (Gráfica No. 4).

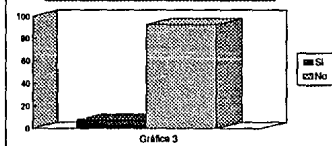
Conocen los mat. de una radiografía



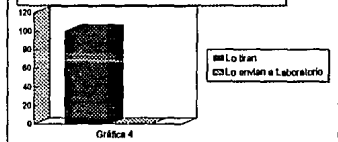
Destino del Material utilizado



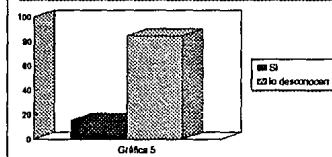
Conocen algún tipo de re-uso



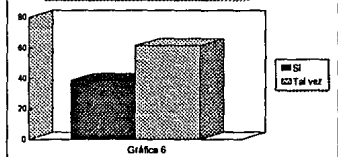
Destino de los líquidos de revelado



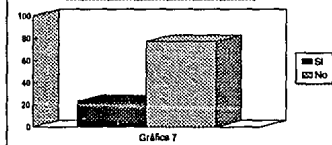
Creer que el Mat. de desecho contamina



participarían en el reciclaje



Pagarían por el reciclaje



**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

Ante la pregunta de que si creen que el plomo y los líquidos de proceso contaminan el ambiente solo el 15.2% del los Cirujanos Dentistas lo afirman, el resto, o no está seguro o lo desconocen (Gráfica No. 5).

Conocen los mat. de una radiografía

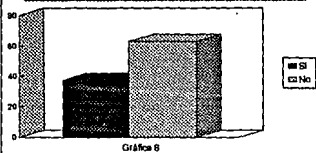


Gráfico 8

Destino del Material Radiográfico

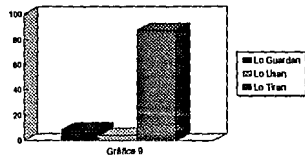


Gráfico 9

Conocen algún tipo de re-uso

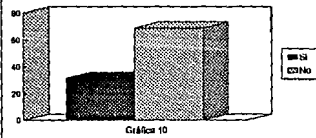


Gráfico 10

Destino de los líquidos de revelado

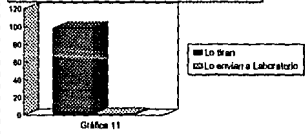


Gráfico 11

Conocen algún uso del Fijador Cansado

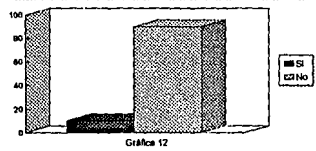


Gráfico 12

Creer que el Mat. de desecho contamina

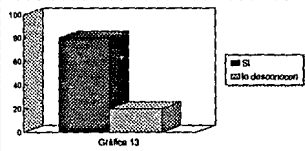


Gráfico 13

participarían en el reciclaje

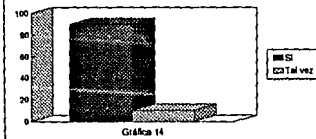


Gráfico 14

Pagarían por el reciclaje

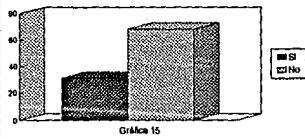


Gráfico 15

El 38.4% de los Cirujanos Dentistas estarían dispuestos a participar en el reciclaje de plomo y de las sales de plata contenidas en el fijador cansado y el 61.6% opinan que tal vez contribuirían (Gráfica No. 6)

En la última pregunta el resultado fue que el 23% de los Cirujanos Dentistas estarían dispuestos a pagar por el reciclaje (Gráfica No. 7).

Los resultados del cuestionario final fueron los siguientes:

El 70% de los Cirujanos Dentistas cuentan con equipo de rayos X. De este porcentaje, el 37.1% conocen apropiadamente los materiales que componen una radiografía (Gráfica No. 8).

Del material radiográfico utilizado, 8.6% lo guarda, 87.1% lo tira a la basura y 4.3% lo usa para hacer chalecos protectores (Gráfica No. 9).

Más de dos terceras partes (68.6%) de los entrevistados desconocen algún tipo de re-uso del plomo y líquidos de proceso (Gráfica No. 10).

En lo referente a dónde destinan los líquidos de proceso ya usados, 98.6% lo arrojan al drenaje, 1.4% lo envía a algún laboratorio especializado (Gráfica No. 11). Sólo el 10% conoce algún uso para el fijador cansado (Gráfica No. 12).

La mayoría opina que el plomo y los líquidos usados contaminan, aunque la fuerza de aseveración varió entre distintos respondientes (Gráfica No. 13). Asimismo, la mayor parte de los entrevistados se mostró dispuesto a participar en el reciclaje de plomo y de las sales de plata contenidas en el fijador cansado (Gráfica No. 14), aunque casi dos terceras partes no parecieron estar de acuerdo con pagar por ese servicio (Gráfica No. 15).

3.0 DISCUSION

El presente estudio se realizó en una muestra pequeña de Cirujanos Dentistas que no fueron seleccionados de una manera estadísticamente impecable. Por lo tanto, es razonable mantener una actitud de cautela al aplicar las conclusiones del estudio a la generalidad de la profesión en la Ciudad de México. En sí misma, la falta de información e investigación publicadas que provean de datos comparativos en el ambiente de la práctica dental mexicana, hace muy difícil comparar nuestros hallazgos con otros estudios. Por lo tanto, nos hemos limitado principalmente a describir la información recolectada, esperando el inicio de investigaciones subsecuentes que arrojen más datos al respecto de la práctica profesional en México.

1.3 MANEJO DE DESECHOS RADIOGRAFICOS EN EL CONSULTORIO DENTAL

Al utilizar rayos X en el consultorio dental, se debe tomar en cuenta la constitución de una radiografía dental, así como los líquidos de revelado y fijado que contienen sustancias altamente tóxicas. Los desechos radiográficos en el consultorio dental, formando paquetes radiográficos dentales, químicos procesados y radiografías almacenadas en expedientes plantean una fuente potencial de contaminación por la gran cantidad de metales diversos que podrían contaminar el medio ambiente en caso de ser desechados imprudentemente. Este parece ser el caso (tanto en costumbres como en actitudes) de la mayor parte de los Dentistas.

Los materiales radiográficos como el plomo y líquido fijador se pueden reutilizar de la siguiente manera: la laminilla de plomo se almacena para fabricar chalecos protectores de rayos X, forrar muros protectores, y entregándolas a personas especializadas que compran este material y que posteriormente lo funden para darle diversos usos. Los líquidos de fijador también son comprados, ya que de estos se recuperan sales de plata, de las cuales se puede obtener plata pura.

El Cirujano Dentista debe considerar que al tomar radiografías en el consultorio dental está contribuyendo a la contaminación ambiental. Dada la cantidad de materiales que contienen plata y plomo, amén de los líquidos de revelado y fijado, que se usan en una ciudad como México, D.F. es importante que el Cirujano Dentista tome conciencia de los métodos de reciclaje de los desperdicios producidos en el consultorio dental y que sumados pueden constituir un factor grave de contaminación. Esta investigación no cuantificó las dimensiones de la carga contaminante vertida a los sistemas recolectores de basura y de drenaje, pero es posible extrapolar nuestros hallazgos a los varios miles de Cirujanos Dentistas ejerciendo en la ciudad. Este ejercicio mental debe ser suficiente para tener una aproximación de la magnitud del problema que representan las actuales costumbres de la profesión.

Nuestra responsabilidad social debe contribuir a la protección del medio ambiente, pensando en la posibilidad de que todo lo que se fabrica diariamente tenga un destino adecuado y deje de ser un problema mundial, como lo es ahora.

6.0 CONCLUSIONES

1) *Aparentemente, existe una actitud de descuido frente al manejo apropiado de desechos radiográficos.*

Esta situación podría deberse a mala información y/o falta de reglamentación respecto del material radiográficos en el entorno dental profesional.

2) *Contrastando con lo anterior, parece ser que los Cirujanos Dentistas entrevistados estarían dispuestos a mejorar sus patrones de conducta, haciéndolos menos agresivos hacia el medio ambiente ecológico.*

3) *El grueso de los desechos radiográficos es eliminado como basura común, desatendiéndose la oportunidad de reciclar estos materiales para provecho del Cirujano Dentista y defensa del medio ambiente.*

4) *Es indispensable emprender estudios complementarios que corroboren los resultados de esta investigación, a fin de contrastar las actitudes y conductas que los Cirujanos Dentistas dicen seguir, con lo que realmente hacen en la práctica profesional.*

RESUMEN

Hoy en día la comunidad cada vez se preocupa más por mejorar la situación ambiental, realizando actividades diarias y contribuyendo así a mejorar la ecología mundial.

Países como Alemania, Inglaterra, Holanda, entre otros, ponen en práctica las técnicas o procesos de reciclaje de materiales contaminantes, tales como: material médico, material industrial, desechos orgánicos e inorgánicos.

En México, hace poco que se realizan actividades para combatir este problema, dándole mayor importancia a la reducción de la contaminación ambiental y poca al reciclaje de materiales de desecho, especialmente los usados por los Cirujanos Dentistas en el consultorio dental.

El Cirujano Dentista debe de estar conciente del tipo de materiales que maneja en el consultorio dental, ya que algunos de estos materiales son altamente tóxicos. Por lo que debe conocer los métodos de almacenamiento, tratamiento y reciclaje de estos materiales para evitar que se conviertan en agentes contaminantes al medio ambiente.

Al utilizar rayos-X en el consultorio dental se debe tomar en cuenta la constitución de una radiografía dental, así como los líquidos de revelado y fijado que contienen sustancias altamente tóxicas.

Los desechos radiográficos provenientes del consultorio dental, formando parte de ellos paquetes radiográficos dentales, químicos procesados en los rayos-X y radiografías almacenadas en expedientes, constituyen un peligro de contaminación al medio ambiente.

En un estudio realizado con Cirujanos Dentistas que utilizan rayos-X en su consultorio, encontramos que el 87.1% tira a la basura la laminilla de plomo, así como el 98.6 % destina al drenaje los líquidos de proceso ya utilizados, y la mayoría desconoce los métodos que se llevan a cabo para poder reciclarlos.

Debemos conocer la toxicidad de estos materiales como es el plomo que causa graves enfermedades y padecimientos por envenenamiento.

Los materiales radiográficos como el plomo y el líquido fijador pueden ser reciclables. La laminilla de plomo una vez utilizada se almacena y se puede utilizar para fabricar chalecos protectores de rayos-X, forrar muros protectores contra estos mismos, y hasta ponerla en manos de personas especializadas en comprar este material y posteriormente fundirlo para darle diversos usos.

Así como la laminilla de plomo es comprada por personas especializadas, los líquidos de fijador también son comprados, ya que de estos se recuperan sales de plata de las cuales se rescata la plata pura.

Es importante que el Cirujano Dentista tome conciencia de los métodos de reciclaje de los desperdicios producidos por el consultorio dental, y que sumados, constituyen un grave problema.

Nuestra responsabilidad social debe contribuir a la protección del medio ambiente.

Se conoce que la exigencia de las regulaciones federales, estatales y locales es cada vez más severa y que cada miembro de la comunidad debe colaborar deshaciéndose de los desechos de una manera apropiada y que se trabaje para reducirlos y reciclarlos.

BIBLIOGRAFIA

- (1) Manson- Hing L.R. Fundamentos de Radiología Dental. México. 1ra. Ed. Manual Moderno, 1987.**
- (2) Wuehrmann Arthur H. Radiología dental. 3a Ed: Barcelona. Salvat Editores, 1983**
- (3) Anton Pasler Friedrich. Radiología Odontológica. Barcelona: Salvat, 1986.**
- (4) Smith N.J.D. Radiografía dental. ed. original México. Limusa**
- (5) Myron J. Kasle, Langlais Robert P. Principios de Radiología Bucal 1ra ed., Manual moderno 1984.**
- (6) Eastman Kodak Company . Management of photographic wastes in the dental office . USA , 1991.**
- (7) Eastman Kodak Company . Enviroment Information form Kodak . USA , 1989 .**