



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO**

---

**FACULTAD DE ENFERMERÍA Y OBSTETRICIA**

**“CONOCIMIENTO DE MERCURIO EN EL PERSONAL DE SALUD DE UN  
HOSPITAL DE TERCER NIVEL DE TOLUCA”**

**TESIS**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE LICENCIADO EN ENFERMERÍA**

**PRESENTA**

**ALEJANDRO GONZÁLEZ JAIMES**

**ASESORA DE TESIS**

**M.C.S. ISABEL ÁLVAREZ SOLORZA**

**REVISORAS DE TESIS**

**MASS. MARIA JUANA GLORIA TOXQUI TLACHINO**

**DRA. EN TANAT. YESENIA GARCÍA ZEPEDA**

**TOLUCA, ESTADO DE MÉXICO 2016**





8.5 Voto Aprobatorio : Evaluación Profesional

Facultad de Enfermería y Obstetricia  
Subdirección Académica  
Departamento de Evaluación Profesional



Versión Vigente No. 06

Fecha: 23/01/2015

### VOTO APROBATORIO

Toda vez que el trabajo de evaluación profesional, ha cumplido con los requisitos normativos y metodológicos, para continuar con los trámites correspondientes que sustentan la evaluación profesional, de acuerdo con los siguientes datos:

Nombre del pasante	ALEJANDRO GONZÁLEZ JAIMES			
Licenciatura	ENFERMERÍA	Nº de cuenta	1020344	Gen: 2010B-2014A
Opción	TESIS	Escuela de Procedencia	FACULTAD DE ENFERMERÍA Y OBSTETRICIA	
Nombre del Trabajo para Evaluación Profesional	CONOCIMIENTO DE MERCURIO EN EL PERSONAL DE SALUD DE UN HOSPITAL DE TERCER NIVEL DE TOLUCA			

NOMBRE		FIRMA DE VOTO APROBATORIO	FECHA
ASESOR	M.C.S. ISABEL ALVAREZ SOLORZA		24-Agosto-2016
COASESOR ASESOR EXTERNO <small>(Sólo si aplica)</small>			

NOMBRE		FIRMA Y FECHA DE RECEPCIÓN DE NOMBRAMIENTO	FIRMA Y FECHA DE ENTREGA DE OBSERVACIONES	FIRMA Y FECHA DEL VOTO APROBATORIO
REVISOR	DRA. EN TANAT. YESENIA GARCÍA ZEPEDA			
REVISOR	M.A.S.S. MARÍA JUANA GLORIA TOXQUI TLACHINO			

Derivado de lo anterior, se le **AUTORIZA LA REPRODUCCIÓN DEL TRABAJO DE EVALUACIÓN PROFESIONAL** de acuerdo con las especificaciones del **anexo 8.7** "Requisitos para la presentación del examen de evaluación profesional".

NOMBRE		FIRMA	FECHA
ÁREA DE EVALUACIÓN PROFESIONAL	DRA. EN TANAT. YESENIA GARCÍA ZEPEDA		24-Agosto-2016

## ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	5
<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	7
<b>JUSTIFICACIÓN</b> .....	10
<b>OBJETIVOS</b> .....	12
<b>MATERIAL Y MÉTODO</b> .....	13
<b>MARCO DE REFERENCIA</b> .....	20
<b>CAPITULO I</b> .....	20
<b>GENERALIDADES DEL MERCURIO</b> .....	20
1.1 Descripción del mercurio.....	20
1.2 Química del mercurio como elemento químico.....	20
1.3 Ciclo global del mercurio.....	22
1.4 Fuentes y circulación del mercurio en el medio ambiente .....	25
1.5 Exposición y daños a la salud .....	27
1.6 Mercurio y sus efectos en la salud .....	31
1.7 Estudios y casos documentados de exposición a mercurio y sus efectos en la salud.....	34
<b>CAPITULO II</b> .....	38
<b>MERCURIO Y EL SECTOR DE LA SALUD</b> .....	38
2.1 Usos del mercurio .....	40
2.2 Exposición ocupacional al mercurio en el sector de la salud.....	41
2.3 Alternativas de uso .....	41
<b>CAPITULO III</b> .....	43
<b>ESTUDIOS DE EXPOSICIÓN OCUPACIONAL A MERCURIO</b> .....	43
<b>CAPITULO IV</b> .....	48
<b>CAMPAÑA DE ELIMINACIÓN DE MERCURIO DE LOS CENTROS HOSPITALARIOS</b> .....	48
4.1 Colaboración de OMS y salud sin daño.....	48
4.2 Alternativas de uso .....	49
4.3 Accesibilidad de costos .....	52
4.4 Limpieza de pequeños derrames de mercurio.....	53
<b>RESULTADOS</b> .....	57

<b>CUADROS Y GRÁFICAS</b> .....	59
<b>DISCUSIÓN</b> .....	72
<b>CONCLUSIONES</b> .....	74
<b>SUGERENCIAS</b> .....	76
<b>FUENTES DE REFERENCIA</b> .....	78
<b>ANEXOS</b> .....	81

## INTRODUCCIÓN

El mercurio es un metal que ha sido utilizado durante años el ser humano ha utilizado diversos materiales y sustancia en la creación e innovación de herramientas que facilitan la vida diaria, algunas de ellas se presentan de forma natural o sintetizadas, inocuas o tóxicas, este metal ha sido utilizado en herramientas de medición o extracción de minerales dentro de la minería, industria y en el área de la salud.

En el sector de la salud se emplea el mercurio está presente en diversos instrumentos y fijadores dentro de las áreas de consultorios, hospitalización y laboratorios. Este metal es usado en la elaboración de termómetros, tensiómetros, dispositivos gastrointestinales, entre otros. Puede estar presente en fijadores, conservadores, químicos de laboratorio, limpiadores y otros productos de uso médico, que cuando son descartados como desechos contribuyen a la contaminación ambiental, tal es el caso de los incineradores de residuos hospitalarios y basura municipal en los cuales son quemados algunos productos que contienen este metal.

Los derrames de mercurio en hospitales, clínicas y laboratorios exponen a los médicos, enfermeros, pacientes y otros trabajadores del cuidado de la salud, al mercurio elemental; el cual a temperatura ambiente se evapora parcialmente en gas a cantidades significativas, en los cuales no se percibe por su propiedad inodora, exponiendo a los trabajadores o pacientes a niveles potencialmente altos del metal.

La exposición ocupacional al mercurio afecta a los trabajadores de la salud siendo principalmente a los profesionistas de la Enfermería, quienes tienen contacto directo con este metal. Sin embargo, pocas han sido las evaluaciones e investigaciones que se han realizado acerca de esta problemática. Es de suma importancia que los profesionales de la Enfermería participen en iniciativas y

programas que evalúen todo aquello que les rodea que perjudique la salud de los mismos. Por lo que este trabajo de investigación plantea, las siguientes preguntas: ¿Cuáles son los conocimientos que el personal de un Hospital de tercer nivel de atención de la ciudad de Toluca tiene del mercurio? y ¿Cuáles son las fuentes potenciales de exposición a mercurio de un Hospital de tercer nivel de la ciudad de Toluca? Teniendo como objetivo Identificar los conocimientos que el personal de un Hospital de tercer nivel de Toluca tiene sobre el mercurio y su uso.

Este estudio es de carácter exploratorio, de tipo transversal, descriptivo de fuente secundaria. Donde se analizaron los resultados de fuente de datos secundaria, de un trabajo previo realizado en el año 2013-2014, en el cual se aplicaron los cuestionarios a trabajadores de un Hospital de tercer nivel de atención de la ciudad de Toluca. Los cuestionarios fueron aplicados a 350 trabajadores del hospital mencionado.

En el trabajo se incluyeron a médicos y enfermeras de los cuatro turnos y de todos los servicios del hospital, a los cuales se les aplicó el cuestionario presente en los anexos.

Dentro de los cuestionarios se recopiló información como edad, antigüedad laboral, género y área de trabajo que corresponde al servicio del hospital en el que trabajan.

Algunos de los resultados que se encontraron después de realizar la investigación son: que solamente el 7% de los encuestados conocen alguna norma que regule el manejo del mercurio. También se encontró que el 85% de los encuestados considera al mercurio como una sustancia peligrosa para la salud y el ambiente, sin embargo solo el 36% conocen a la vía respiratoria como una vía de exposición al mercurio. Además cabe señalar que solo el 5% de los encuestados ha recibido capacitación para el manejo y cuidado de equipo médico con base de mercurio.

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El mercurio es un metal pesado que está presente de manera natural en el medio ambiente y existe en una gran variedad de formas. Es un elemento constitutivo de la tierra. Una de las formas en las que se presenta este en el ambiente es en su forma pura o también conocida como mercurio elemental o mercurio metálico. Pero, rara vez se le encuentra en su forma pura, como metal líquido, es más común en compuestos o sales inorgánicas.

El mercurio elemental es un metal blanco, plateado brillante, pesado, altamente volátil e inodoro, a temperatura ambiente se mantiene en su forma líquida. Representado en la Tabla Periódica de Elementos Químicos con el símbolo de Hg, número atómico 80, estado de oxidación +2, masa atómica (g/mol) 200.59, densidad (g/ml) 16.6, punto de ebullición 357°C, punto de fusión -39°C y solubilidad en agua ninguna. (Ministerio de trabajo y asuntos sociales España (MTASE), 1994)

El mercurio en el ambiente proviene de diversas fuentes como la generación de energía a través de la quema de combustibles, la minería de oro que emplea mercurio, la incineración de residuos hospitalarios, las plantas de fabricación de cloro, el reciclaje de productos y los derrames en equipos que los contienen, etc.

Una fuente importante de contaminación, es el sector del cuidado de la salud, que contribuye a aumentar de manera importante el mercurio ambiental. (PNUMA,2002). En los hospitales y centros de salud, el mercurio puede ser encontrado en los termómetros, tensiómetros, dispositivos gastrointestinales y otros productos médicos que los contienen. El mercurio también puede estar presente en fijadores, conservadores, químicos de laboratorio, limpiadores y otros productos de uso médico, que cuando son descartados como desechos contribuyen a la contaminación ambiental, tal es el caso de los incineradores de

residuos hospitalarios y basura municipal en los cuales son quemados algunos productos que contienen este metal.

Si bien, no se cuenta con cifras exhaustivas, la evidencia anecdótica sugiere que en la mayor parte de Asia, África y América Latina, los derrames de mercurio no se limpian adecuadamente, ni tampoco se separan ni se manejan adecuadamente los desechos que lo contienen. En cambio, se les incinera, se desechan a través de los drenajes y alcantarillas o bien se vierte en rellenos sanitarios o vertederos, junto con los desechos sólidos que lo contienen. Una vez en el medio ambiente, el mercurio contamina el suelo o las aguas y puede convertirse en su forma orgánica y ser incorporado por los organismos vivos en sus tejidos. El mercurio orgánico se biomagnifica, y sus concentraciones aumentan a medida que asciende en las cadenas alimenticias exponiendo de esta manera a la humanidad en general. (Karliner, 2011; Harvie, 2007; OMS, 2005)

Los derrames de mercurio en hospitales, clínicas y laboratorios exponen a los médicos, enfermeros, pacientes y otros trabajadores del cuidado de la salud, al mercurio elemental; el cual a temperatura ambiente se evapora parcialmente en gas a cantidades significativas, en los cuales no se percibe por su propiedad inodora, exponiendo a los trabajadores o pacientes a niveles potencialmente altos del metal.

Recientes estudios en enfermeras clínicas y odontológicas han evaluado los conocimientos sobre la exposición a mercurio y el uso de nuevas tecnologías libres de mercurio. Además se han identificado daños causados a la salud como el Parkinson, estudios en madres gestantes y neonatos se han encontrado niveles altos de mercurio en sangre materna y cordón umbilical, el cual es un factor de riesgo que predispone bajo peso al nacer y durante los primeros 24 meses de vida.



No se tiene evidencia si los trabajadores de la salud en el Estado de México, tienen conocimientos suficientes sobre los riesgos que implica el trabajar con instrumentos que contienen mercurio, y la forma en que se debe actuar en caso de derrame por romper un termómetro u otro instrumento que lo contenga.

En hospitales públicos como privados en el Estado de México no existe un control o instructivos para manejar material con mercurio, ni depósitos especiales para recuperarlo. Son limitados los estudios realizados en personal ocupacionalmente expuesto y sus repercusiones ambientales en el país. En el Estado de México, la investigación sobre mercurio es incipiente y aún no se encontraron reportes técnicos ni literatura de estudios locales que hayan investigado el uso, manejo, disposición, eliminación y exposición del mercurio en trabajadores del sector encargado del cuidado a la salud.

Por lo que se plantean las siguientes preguntas de investigación

**¿Cuáles son los conocimientos de mercurio en el personal de salud de un hospital de tercer nivel de atención de Toluca?**

**¿Cuáles son las fuentes potenciales de exposición a mercurio de un hospital de tercer nivel de Toluca?**

## JUSTIFICACIÓN

El mercurio ha sido una fuente de contaminación desde la antigüedad, liberándose a través de fuentes naturales o antropógenas hacia la atmosfera, suelos y aguas del mundo, la exposición a este metal se vio en aumento con su uso dentro de la industria, minería y usos en la salud.

La falta de conocimientos acerca de la toxicidad de este metal hace que se vean afectados varios sistemas en el mundo, como son el medio ambiente, la salud de los trabajadores y sobre todo la salud de la población en general, que se puede ver afectada en diversas formas que van desde afecciones del sistema nervioso central hasta la aparición de cáncer.

La exposición ocupacional al mercurio afecta principalmente a los profesionales de la Enfermería, siendo estos quienes tiene contacto directo con este metal, sin embargo, pocas han sido las evaluaciones e investigaciones que se han realizado acerca de esta problemática.

La evaluación de conocimientos sobre la exposición a mercurio que plantea este proyecto es el primer paso que traza el programa mundial de salud sin daño para la eliminación del mercurio en centros proveedores de salud como lo son: centros de salud o clínicas de primer nivel, hospitales generales o de segundo nivel y centros especializados u hospitales de tercer nivel.

La evaluación de los conocimientos sobre mercurio es la base primordial para la elaboración de planes y programas que impacten en la salud ocupacional mediante talleres o conferencias donde los temas principales sean la toxicidad, uso, manejo y eliminación de este metal, a su vez incentivar a las autoridades sanitarias y gubernamentales a la creación de iniciativas de leyes que regulen el uso, manejo y eliminación del mercurio, puesto que actualmente el estado de México no se cuentan con ellas.

Para poder tomar medidas en relación al uso del mercurio como cambiar los instrumentos tales como los termómetros convencionales por digitales, hasta reducir el uso de productos que utilizan mercurio como es el caso de las pilas, lámparas fluorescentes, y sustancias químicas de uso común y de laboratorio es necesario iniciar con un estudio diagnóstico, que permita ubicar la situación real del hospital en cuanto a los conocimientos que tiene el personal de salud y las potenciales fuentes de exposición que más adelante permitan responder a la necesidad de ofrecer alternativas para disminuir la exposición a riesgos e impacto ambiental, costos y contribuir con la causa de la Campaña “Salud sin Daño”, apoyada por la Organización Mundial de la Salud.

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVOS GENERALES**

Identificar los conocimientos que el personal de un hospital de tercer nivel de Toluca tiene sobre el mercurio y su uso.

Identificar las fuentes de exposición al mercurio de un hospital de tercer nivel de Toluca.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Describir las formas en las que el personal de salud elimina el mercurio.
2. Identificar mediante inventario los instrumentos y equipo que contengan mercurio
3. Identificar mediante inventario las sustancias químicas de uso hospitalario que contengan mercurio.
4. Calcular la contribución a la contaminación por mercurio generada por la ruptura de termómetros.

## **MATERIAL Y MÉTODO**

### **TIPO DE ESTUDIO**

Se realizó estudio de carácter exploratorio, de tipo transversal, descriptivo de fuente secundaria.

### **DISEÑO DE ESTUDIO**

Se analizaron los resultados de fuente de datos secundaria, de un trabajo previo realizado en el año 2013-2014, en el cual se aplicaron los cuestionarios a trabajadores de un hospital de tercer nivel de atención de Toluca. Los cuestionarios fueron aplicados a 350 trabajadores del hospital mencionado.

En el trabajo se incluyeron a médicos y enfermeras de los cuatro turnos y de todos los servicios del hospital, a los cuales se les aplicó el cuestionario presente en los anexos.

Dentro de los cuestionarios se recopiló información como edad, antigüedad laboral, género y área de trabajo que corresponde al servicio del hospital en el que trabajan.

### **UNIVERSO DE TRABAJO O MUESTRA:**

El estudio fue realizado en el 30% del personal adscrito de un Hospital de tercer nivel de atención de Toluca, de las listas de personal se seleccionaron aleatoriamente personal médico y de enfermería de cada uno de los turnos, matutino, vespertino, nocturno y especial que correspondió a un total de 350.

### **CRITERIOS DE INCLUSIÓN:**

- Sólo personal que labora en el hospital, médicos o enfermeras que deseen participar.

### **INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN:**

Se elaboró un cuestionario a partir de las siguientes variables que a continuación se describen en la siguiente tabla.

VARIABLE	DEFINICIÓN TEÓRICA	DEFINICIÓN OPERATIVA	TIPO	ESCALA DE MEDICIÓN
EDAD	Son los años vividos desde el nacimiento hasta la muerte.	Años cumplidos	Cuantitativa Discreta	Años cumplidos
SEXO	Comportamiento, actitud, consideración social, carácter físico distintivo en los humanos	mujer y hombre	Cualitativa nominal	0 = Hombre 1 = Mujer
PROFESIÓN	Del latín <i>professio</i> , es la acción y efecto de profesar	Empleo o trabajo que desarrolla.	Cualitativa nominal	Médico general Enfermera general Médico especialista Enfermera especialista
ÁREA DE TRABAJO	Lugar de trabajo	Sitio específico donde realiza sus actividades laborales	Cualitativa nominal	Administración Urgencias Hospitalización
TURNO	Horario de labores	Horario en que cubre sus actividades laborales de acuerdo al período del día	Cualitativa nominal	Matutino Vespertino Nocturno Especial
ANTIGÜEDAD LABORAL	Años de actividad laboral en el hospital	Tiempo que ha transcurrido desde que inició su trabajo en el hospital	Cuantitativa discreta	Meses cumplidos
CONOCIMIENTO				

DE ALGUNA NORMA	<i>Contenidos sabidos o conocidos por el estudio o la experiencia u observación.</i>	Información fidedigna que tienen el personal de salud acerca del alguna norma relacionada con el mercurio	Cualitativa nominal dicotómica	Si No
CONOCIMIENTO SOBRE EL RIESGO DE USO DE MERCURIO	<i>Contenidos sabidos o conocidos por el estudio o la experiencia u observación del personal de salud acerca de los riesgos en el uso del mercurio</i>	Información general que tiene el personal de salud acerca de los riesgos en el uso del mercurio	Cualitativa nominal dicotómica	Si No
CONOCIMIENTO SOBRE LA VÍA DE EXPOSICIÓN RESPIRATORIA EN EL CASO DEL MERCURIO	<i>Contenidos sabidos o conocidos por el estudio o la experiencia u observación que tiene el personal de salud acerca de los riesgos en el uso del mercurio sobre la salud</i>	Información general que tiene el personal de salud acerca de la vía respiratoria como fuente de exposición al mercurio	Cualitativa nominal dicotómica	Si No
CONOCIMIENTO DE CUIDADOS ESPECIALES EN EQUIPO CON MERCURIO	<i>Contenidos sabidos o conocidos por el estudio o la experiencia u observación que tiene el personal de salud acerca de los cuidados especiales en el manejo de equipos que contienen mercurio</i>	Información general que tiene el personal de salud acerca del manejo especial de los equipos con mercurio	Cualitativa nominal dicotómica	Si No
CONOCIMIENTOS DE MERCURIO	Antecedentes de conocimiento	Antecedentes de información	Cualitativa Nominal	Si No

DURANTE LA FORMACIÓN PROFESIONAL	sobre mercurio durante la formación profesional	sobre mercurio obtenida durante la formación profesional o especialidad	dicotómica	
CAPACITACIÓN PARA EL MANEJO Y CUIDADO DE EQUIPOS CON MERCURIO	Antecedentes de entrenamiento para el manejo adecuado de equipo o instrumentos a base de mercurio	Entrenamiento previo para el uso correcto de instrumentos o equipos a base de mercurio	Cualitativa nominal dicotómica	Si No
CONOCIMIENTO SOBRE LO QUE ES EL MERCURIO	<i>Contenidos sabidos o conocidos por el estudio, la experiencia u observación</i> que tiene el personal de salud sobre qué es el mercurio	Antecedentes de conocimiento sobre qué es el mercurio	Cualitativa nominal	Categorías de acuerdo a las respuestas
USOS DEL MERCURIO	<i>Contenidos sabidos o conocidos por el estudio, la experiencia u observación</i> que tiene el personal de salud sobre los usos generales del mercurio	Antecedentes de conocimiento sobre los usos generales del mercurio	Cualitativa nominal	Categorías de acuerdo a las respuestas
APLICACIONES SOBRE EL MERCURIO EN EL SECTOR SALUD	<i>Contenidos sabidos o conocidos por el estudio, la experiencia u observación</i> que tiene el personal de salud sobre los usos del mercurio en el sector salud	Información que tiene el personal de salud sobre los usos del mercurio en el sector de cuidado a la salud	Cualitativa nominal	Categorías de acuerdo a las respuestas
EFFECTOS A LA SALUD	<i>Contenidos sabidos o conocidos por el</i>	Información que tiene el	Cualitativa nominal	Categorías de acuerdo a las



CAUSADOS POR EL MERCURIO	<i>estudio, la experiencia u observación</i> que tiene el personal de salud sobre los efectos adversos a la salud provocados por el mercurio	personal de la salud sobre los efectos dañinos a la salud provocados por el mercurio		respuestas
ACCIONES CUANDO SE ROMPE UN TERMÓMETRO	Acciones ante la ruptura de un termómetro de mercurio	Acciones personales ante la ruptura de un termómetro de mercurio	Cualitativa nominal	Categorías de acuerdo a las respuestas
MANEJO ESPECIAL QUE SE LE DA A LOS RESIDUOS DE MERCURIO	Descripción de manejo especial	Descripción mediante ejemplo de las acciones especiales si es que las hay ante la ruptura de un termómetro de mercurio	Cualitativa nominal	Categorías de acuerdo a las respuestas
DESTINO FINAL DEL MERCURIO EN EL HOSPITAL	Conocimiento sobre el destino final del mercurio en el hospital	Descripción del destino final del mercurio en el hospital si es que lo sabe	Cualitativa nominal	Categorías de acuerdo a las respuestas

El cuestionario contiene veinte preguntas (Anexo 2), consta de una sección relacionada con la identificación del encuestado, otra sobre conocimientos (cerrada) y otra sobre conocimientos y acciones (abierta), se utilizó una técnica de entrevista dirigida.

Por otra parte la información proporcionada por los diferentes servicios y áreas del hospital sobre equipos y sustancias que contienen mercurio, se concentró en un formato especialmente diseñado para el inventario.

Como se ha mencionado previamente la encuesta fue aplicada en diciembre y enero en el año 2013-2014 y el trabajo de tesis fue derivado del análisis de las respuestas dadas en ese año.

## **DESARROLLO DEL PROYECTO**

Como se ha mencionado este proyecto es de base secundaria de datos. Sin embargo, se describe brevemente como se llevó a cabo la obtención de la información

Al personal seleccionado que labora en el hospital se le invitó a participar en el estudio mediante firma del consentimiento informado (Anexo 1).

El protocolo fue sometido a evaluación por el Comité de Investigación y Ética de un Hospital de tercer nivel de atención de Toluca, una vez autorizado se estandarizó al equipo de trabajo para la aplicación de las encuestas. Se aplicó el cuestionario estructurado (Anexo 2) con información general sobre ocupación, puesto y turno que ocupa, así como de conocimientos sobre el uso del mercurio Hg.

Se llevó a cabo por área (Anexo 3 y 3.1), el inventario de insumos y sustancias de mercurio: termómetros, manómetros, esfigmomanómetros, negatoscopio, interruptores, termostatos, etc., químicos de laboratorio, productos de limpieza y lámparas fluorescentes mediante recorrido para identificar las áreas y actividades donde se utiliza el mercurio, esta información se concentró en el formato de resumen de inventario.

La información de compras de termómetros y pérdida por ruptura en el período bajo estudio fue proporcionada por el departamento de administración del hospital.

## **DISEÑO DE ANÁLISIS:**

La información obtenida de los instrumentos se capturó, por duplicado, así se realizó el análisis exploratorio para limpiar la base, e iniciar el análisis descriptivo de las variables de acuerdo al tipo y nivel de medición. La información se presenta en tablas.

Para calcular la contaminación de mercurio proveniente de los derrames de termómetros se multiplicó el número de termómetros rotos por 1g de mercurio que contienen.

Tanto la captura como el análisis se realizaron en paquete estadístico **Stata 13.0 (Stata Corp)**

## **IMPLICACIONES ÉTICAS**

El estudio original fue sometido a autorización tanto por el Comité de Ética como de Investigación de un Hospital de tercer nivel de atención de Toluca.

Además, la participación de los empleados estuvo sujeta a autorización personal mediante carta de consentimiento informado (ANEXO 1)

Los cuestionarios no contienen el nombre de la persona que contestó la entrevista. Mientras se capturó y analizó la información los cuestionarios quedaron bajo la custodia de personal del hospital bajo llave.

## **MARCO DE REFERENCIA**

### **CAPITULO I.**

#### **GENERALIDADES DEL MERCURIO**

##### **1.1 Descripción del mercurio**

El mercurio es un metal pesado que se da de manera natural en el medio ambiente y existe en una gran variedad de formas. El mercurio es un elemento constitutivo de la tierra. Una de las formas en las que se presenta el mercurio en el ambiente es en su forma pura o también conocida como mercurio elemental o mercurio metálico. Rara vez se le encuentra en su forma pura, como metal líquido, es más común en compuestos o sales inorgánicas.

##### **1.2 Química del mercurio como elemento químico**

El mercurio elemental es un metal blanco plateado brillante, pesado, altamente volátil e inodoro, a temperatura ambiente se mantiene en su forma líquida. Representado en la tabla periódica de elementos químicos con el símbolo de Hg, número atómico 80, estado de oxidación +2, masa atómica (g/mol) 200.59, Densidad (g/ml) 16.6, punto de ebullición 357°C, punto de fusión -39°C y Solubilidad en agua ninguna. (MTASE, 1994; PNUMA, 2002; Valderas, 2013)

El mercurio metálico que se encuentra libre en el ambiente o que no se encuentra encapsulado se evapora parcialmente, formando vapores de mercurio. Los vapores de mercurio son incoloros e inodoros. Cuanto más sea la temperatura más vapores se emanarán al ambiente. (PNUMA, 2002)

La extracción del mercurio se da principalmente en su forma conocida como sulfuro de mercurio (mineral de cinabrio). A lo largo de la historia, los yacimientos de cinabrio han sido la fuente mineral para la extracción comercial de mercurio metálico. La forma metálica se refina a partir del mineral de sulfuro de mercurio

calentando el mineral a temperaturas superiores a los 540° C. De esta manera se vaporiza el mercurio contenido en el mineral, y luego se captan y enfrían los vapores para formar el mercurio metálico líquido. (PNUMA, 2002)

El mercurio puede enlazarse con otros compuestos como mercurio monovalente o divalente (representado como Hg(I) y Hg(II) o Hg<sup>2+</sup>, respectivamente). A partir del divalente se pueden formar muchos compuestos orgánicos e inorgánicos de mercurio. (PNUMA, 2002)

Los compuestos inorgánicos de mercurio son también conocidos como sales de mercurio, algunas de sus formas son: sulfuro de mercurio (HgS), óxido de mercurio (HgO) y cloruro de mercurio (HgCl<sub>2</sub>). La mayoría de los compuestos inorgánicos de mercurio son polvos o cristales blancos, excepto el sulfuro de mercurio, que es rojo y se vuelve negro con la exposición a la luz. (PNUMA, 2002)

Algunas sales de mercurio (como el HgCl<sub>2</sub>) son lo bastante volátiles para existir como gas atmosférico. Sin embargo, la solubilidad en agua y reactividad química de estos gases inorgánicos (o divalentes) de mercurio hacen que su deposición de la atmósfera sea mucho más rápida que la del mercurio elemental. Esto significa que la vida atmosférica de los gases de mercurio divalentes es mucho más corta que la del gas de mercurio elemental. (PNUMA, 2002; Salud sin Daño, 2006)

Los compuestos orgánicos de mercurio u organomercuriales son el resultado de la combinación del mercurio con el carbono. Existe una gran cantidad de compuestos orgánicos de mercurio como lo son: dimetilmercurio, fenilmercurio, etilmercurio y metilmercurio, siendo el más conocido de todos el Metilmercurio. El metilmercurio y el fenilmercurio existen como sales, cuando son puros, casi todos los tipos de metilmercurio y fenilmercurio son sólidos blancos y cristalinos. En cambio, el dimetilmercurio es un líquido incoloro. (PNUMA, 2002)

Varias formas de mercurio se dan de manera natural en el medio ambiente a través de procesos realizados por ciertos microorganismos y procesos naturales que pueden hacer que el mercurio en el medio ambiente pase de una forma a otra. Las formas naturales de mercurio más comunes en el medio ambiente son el mercurio metálico, sulfuro de mercurio, cloruro de mercurio y metilmercurio. A diferencia del mercurio orgánico el mercurio inorgánico es derivado del mercurio elemental y transformado en la atmósfera. (PNUMA, 2002)

### **1.3 Ciclo global del mercurio**

En su ciclo global el viento puede transportar a grandes distancias el Hg antes de su depósito terrestre o acuático, principalmente por la lluvia y otros fenómenos meteorológicos (nieve, niebla...). Más del 85% de las emisiones de Hg antropogénicas están generadas por las centrales eléctricas que utilizan combustibles fósiles y la incineración de residuos (incluidos los municipales y derivados de la actividad sanitaria).

En la incineración algunas partículas de Hg elemental se adhieren a las cenizas y se depositan en tierra sin llegar a largas distancias, pero la mayor parte de Hg elemental se evapora y permanece en la atmósfera, a veces hasta un año, donde reacciona con el ozono y otros oxidantes para formar compuestos iónicos, sumamente solubles, que se depositan en la tierra o el agua con la lluvia o la nieve.

Una porción del Hg iónico es emitido directamente en los procesos de combustión. En el medio terrestre u acuoso, por la acción de determinadas bacterias se transforma en MeHg. (Ortega et.al.,2002)

### **1.3.1 Especies de mercurio y su transformación en la atmósfera**

En su artículo evaluación sobre el mercurio PNUMA (2002) cita a Sommar y Ariya quienes han realizado diversos estudios de medición como la constante de velocidad de reacción del  $\text{Hg}(0)+\text{OH}$  (radical hidroxilo) en la fase gaseosa y la medición de la constante de velocidad de átomos de  $\text{Hg}+\text{haluro}$ , los cuales han demostrado que la oxidación del mercurio elemental ocurre relativamente de manera rápida, ya que se creía que ocurría sobre todo en la fase acuosa del mercurio y muy lenta en la fase gaseosa del mercurio. Demostrado lo anterior las estimaciones de vida atmosférica del mercurio elemental se han tenido que reducir de un año a meses.

La tasa de oxidación del mercurio elemental es fundamental para la química del mercurio atmosférico porque los compuestos de mercurio oxidado (tales como  $\text{HgO}$  y  $\text{HgCl}_2$ ) que se producen son más solubles (y, por lo tanto, son recogidos con mayor rapidez por las nubes), menos volátiles (y, por lo tanto, recogidos con mayor rapidez por las partículas) y tienen una mayor velocidad de deposición. Por lo tanto, la oxidación puede aumentar los flujos de deposición seca y húmeda y también la deposición que se realiza por medio de la materia particulada. El mercurio oxidado también se puede reducir a mercurio elemental en las gotitas de la atmósfera, limitando de este modo la tasa general de oxidación y deposición. (Munthe citado en PNUMA, 2002)

### **1.3.2 Especies de mercurio y su transformación en medios acuáticos**

El medio ambiente por medio del metabolismo microbiano llamados procesos bióticos da pauta a la formación del metilmercurio, por efecto de ciertas bacterias, existe otros procesos de tipo químicos que no implica a organismos vivos llamados procesos abióticos.

Una gran variedad de factores ambientales influyen en la formación de metilmercurio en los sistemas acuáticos. La eficiencia de la metilación microbiana

del mercurio en general depende de factores tales como la actividad microbiana y la concentración de mercurio biodisponible (más que del depósito total de mercurio), en los que a la vez inciden parámetros tales como la temperatura, el pH, el potencial redox y la presencia de agentes complejantes orgánicos e inorgánicos. (Ullrich citado en PNUMA, 2002)

En algunos casos la desmetilización del mercurio se lleva a cabo por ciertas bacterias de especies aeróbicas y anaeróbicas, el proceso de desmetilización se lleva a cabo en la sedimentos como en la columna de agua de lagos dulceacuícolas. Esa tendencia aumenta con el aumento de los niveles de metilmercurio, creando algunas limitaciones naturales a la acumulación de ese compuesto, es decir, cuanto mayor sea la bioacumulación de metilmercurio en las aguas el proceso de desmetilización aumentara. (Marvin-Dipasquale citado en PNUMA, 2002)

### **1.3.3 Especies de mercurio y su transformación en suelos**

Las condiciones del suelo generalmente son favorables a la formación de compuestos inorgánicos y orgánicos, que forman complejos con aniones orgánicos. El comportamiento de este metal controla en gran medida la movilidad del mercurio en el suelo. Gran parte del mercurio que se encuentra en el suelo está unido a la masa de materia orgánica y puede ser lixiviado por el escurrimiento sólo cuando se encuentra unido a humus o suelo en suspensión. (PNUMA, 2002)

Por esas razones, el mercurio tiene un largo tiempo de permanencia en el suelo y, por lo tanto, el mercurio acumulado en el suelo se puede seguir liberando a las aguas de superficie y otros medios durante largos períodos de tiempo, posiblemente cientos de años. (Pirrone citado en PNUMA, 2002)



## 1.4 Fuentes y circulación del mercurio en el medio ambiente

PNUMA (2002) en su artículo evaluación mundial del mercurio y Ortega (2002) en su artículo mercurio: exposición pediátrica nos mencionan la agrupación de cuatro categorías de liberación del mercurio a la biosfera (atmosfera, agua y suelo) las cuales son:

- **Fuentes naturales:** liberaciones originadas por la movilización natural del mercurio generado de forma natural en la corteza terrestre, por actividad volcánica o por erosión de las rocas.
- **Liberaciones antropógenas:** (asociadas con la actividad humana) actuales debidas a la movilización de impurezas de mercurio en materias primas como los combustibles fósiles –en particular carbón y, en menor grado, el gas y el petróleo– y otros minerales extraídos, tratados y reciclados.
- **Liberaciones antropógenas actuales:** generadas por el mercurio utilizado intencionalmente en productos y procesos, causadas por liberaciones durante la producción, fugas, eliminación o incineración de productos de desecho u otras liberaciones.
- **Removilización de liberaciones antropógenas pasadas:** depositadas en suelos, sedimentos, aguas, vertederos y pilas de desechos/residuos.

### 1.4.1 Fuentes naturales de liberación de mercurio

Las emisiones naturales de mercurio se encuentran fuera del alcance humano y deben considerarse como parte del entorno vital a escala local y mundial. Algunas de las fuentes naturales son los volcanes, la evaporación de superficies terrestres y acuáticas, la degradación de minerales y los incendios forestales.

No se cuenta con una medición exacta de la emisiones de mercurio de manera natural ya que parte de las concentraciones de este metal en diversas regiones del

mundo corresponden a dos factores importantes, uno las fuentes naturales y dos fuentes antropógenas de deposiciones anteriores.

#### **1.4.2 Fuentes antropógenas de liberaciones de mercurio**

Una gran parte del mercurio que ahora está presente en la atmósfera es producto de muchos años de liberaciones provenientes de actividades antropógenas, es decir, de las actividades humanas. Es difícil estimar el componente natural de la carga total atmosférica, estudios recientes sugieren que las actividades antropógenas han multiplicado los niveles generales de mercurio en la atmósfera aproximadamente por un factor de 3. (Munthe et.al. citado en PNUMA 2002)

#### **Ejemplos de fuentes importantes de liberaciones antropógenas de mercurio**

##### **Liberaciones por la movilización de impurezas de mercurio:**

- Producción de energía y calor alimentada por carbón (la fuente más grande de emisiones atmosféricas)
- Producción de energía a base de otros combustibles fósiles de carbón
- Producción de cemento (mercurio en cal)
- Minería y otras actividades metalúrgicas que comprenden la extracción y elaboración de materiales minerales vírgenes y reciclados, por ejemplo, la producción de: hierro y acero, ferromanganeso, zinc, oro, otros metales no ferrosos.

##### **Liberaciones de la extracción y el uso intencional del mercurio:**

- Minería del mercurio
- Minería del oro y la plata en pequeña escala (proceso de amalgamación)
- Producción cloroalcalina

- Uso de lámparas fluorescentes, diversos instrumentos y amalgamas dentales
- Fabricación de productos que contienen mercurio, por ejemplo: termómetros, manómetros y otros instrumentos, interruptores eléctricos y electrónicos

**Liberaciones del tratamiento de desechos, cremaciones, etc. (provenientes tanto de impurezas como de usos intencionales del mercurio):**

- Incineración de desechos (municipales, médicos y peligrosos)
- Vertederos de basuras
- Cremaciones
- Cementerios (liberaciones al suelo)

### **1.5 Exposición y daños a la salud**

La población general está expuesta al metilmercurio principalmente por la dieta (en particular de pescado), y a los vapores de mercurio elemental por las amalgamas dentales. Puede haber otras contribuciones considerables a la ingesta de mercurio total a través del aire y agua, según la carga local de contaminación por mercurio. Así mismo, el uso personal de cremas y jabones para aclarar la piel, el uso del mercurio para usos religiosos, culturales y rituales, la presencia de mercurio en algunos medicamentos tradicionales (por ejemplo en algunos remedios tradicionales de Asia) y el mercurio en hogares y lugares de trabajo pueden aumentar sustancialmente la exposición humana. Por ejemplo, ha habido incrementos en los niveles de mercurio en el aire de los hogares por filtraciones de mercurio de medidores de gas viejos, así como otros derrames. Además, se han observado niveles elevados de mercurio en ambientes de trabajo como, por ejemplo, en plantas de cloro-álcali, minas de mercurio, fábricas de termómetros, refinerías y clínicas dentales así como en la minería y elaboración de oro extraído

con mercurio. Otras exposiciones son ocasionadas por el uso de timerosal/tiomersal (tiosalicilato de etilmercurio) como conservador en algunas vacunas y otros productos farmacéuticos. Actualmente, los impactos del mercurio relacionados con la contaminación local, la exposición en el trabajo, ciertas prácticas culturales y rituales y algunos medicamentos tradicionales pueden variar considerablemente de uno a otro país o región, y son notables en algunas regiones. (PENUMA, 2002; Ortega, 2003; OMS; 2005)

### 1.5.1 Toxicología del mercurio

Mientras la exposición a niveles tóxicos de cualquier contaminante ambiental puede resultar nociva para el adulto, los efectos son más deletéreos para los sistemas en desarrollo del niño, en especial el sistema nervioso central. Los metales están entre los tóxicos más antiguos descritos por el hombre. En el industrializado mundo actual, las fuentes de exposición a metales son múltiples, tanto en el campo laboral como a partir de agua, alimentos o ambiente contaminados. Su toxicidad está caracterizada por el elemento metálico en cuestión, pero se ve modificada por el tipo de compuesto, orgánico o inorgánico y sus características de hidrofobicidad o liposolubilidad, que determinan su toxicocinética. Las biomoléculas más afectadas por los metales son las proteínas con actividad enzimática por lo que su compromiso es multisistémico (gastrointestinal, neurológico central y periférico, hematológico y renal, entre otros). (Valderas, 2013)

#### Características de las diferentes formas químicas del Hg (Valderas, 2013)

Mercurio	Fuente	Ruta de exposición	Eliminación	Toxicidad
Metálico o elemental	Amalgamas dentales Orfebrería artesanal	Inhalatoria	Orina Heces	SNC Renal Piel Pulmonar

	Termómetro Esfigmomanómetro Remedios folclóricos Erupciones volcánicas			
Inorgánico o sales de mercurio	Timerosal Cosméticos Ampolletas Productos fotográfico Desinfectantes	Digestiva Cutánea	Orina	SNC Renal Piel Pulmonar
Orgánico o metil mercurio	Pescados Preservantes Fungicidas	Digestiva Transplacentar ia Parenteral	Heces	SNC Cardiovascul ar

La exposición aguda o crónica puede causar efectos adversos durante cualquier período del desarrollo. No existe un nivel conocido de exposición que sea seguro, más aún, se sabe que el ser humano no debiera tener mercurio en su organismo ya que éste no tiene funciones fisiológicas demostradas. Es altamente tóxico debido a su gran afinidad por grupos sulfhidrilos presentes en proteínas con actividad enzimática, con funciones de transporte y estructurales que se expresan en diferentes tejidos. (Ortega,2003; Valderas, 2013)

La absorción del mercurio metálico o elemental se efectúa principalmente a través de inhalación de sus vapores, con una penetración a través de la membrana alvéolo-capilar de hasta el 75% de la dosis inhalada. La absorción por vía digestiva y piel es despreciable. En la sangre se difunde al interior de los glóbulos rojos donde es oxidado a ión mercúrico, al igual que en los tejidos, por catalasas peroxisomales, en un proceso que es reversible. El Hg no oxidado es capaz de

penetrar a través de la barrera hematoencefálica y la placenta. En el SNC queda atrapado en forma de ión mercuríco, por lo que el daño a este nivel es sostenido en el tiempo. De esta forma el mercurio metálico se distribuye por la sangre y se acumula en altas concentraciones en el cerebro y los riñones. La piel, el pelo, el hígado, las glándulas salivales, los testículos y el intestino, muestran también presencia de mercurio, pero en menor cantidad. Su eliminación es urinaria y digestiva en forma de ión mercuríco, y su vida media en el organismo es de hasta 60 días. (Ortega,2003; Valderas, 2013)

Valderas (2013) en su artículo Intoxicación familiar por mercurio elemental, Caso clínico, describe el cuadro de síntomas presentado por exposición crónica o aguda al mercurio, su descripción es la siguiente:

La intoxicación aguda por inhalación de Hg elemental se caracteriza por síntomas iniciales respiratorios como disnea, tos seca asociada a fiebre y calofríos. El cuadro puede evolucionar hacia una neumonitis intersticial con atelectasias y enfisema, e incluso a un síndrome de dificultad respiratoria del adulto, causa de mortalidad en intoxicación aguda por Hg. Se acompaña además de síntomas digestivos inespecíficos como náuseas, vómitos y diarrea, sabor metálico, sialorrea, disfagia y gingivoestomatitis. Pueden aparecer síntomas neurológicos y alteraciones visuales, así como también insuficiencia renal (por necrosis tubular aguda), todo ello como expresión de la conversión tisular a ión mercuríco. En ocasiones es posible también apreciar un compromiso cutáneo denominado *acrodinia*, caracterizado por una induración hiperqueratósica de la cara con edema e inflamación palmo plantar, rash eritematoso, descamación e hiperhidrosis. Se atribuye a una reacción de hipersensibilidad idiosincrática.

La intoxicación subaguda o crónica, es una forma de presentación clínica más frecuente que la aguda y afecta en todos los casos al sistema nervioso central, además de los órganos ya mencionados. Aparece a lo largo de semanas, meses o años, y se caracteriza por una alteración de mucosas (estomatitis y gingivitis que

puede llevar a la pérdida de piezas dentarias) además de un temblor involuntario que se inicia en los dedos de manos, párpados, labios y lengua, progresando posteriormente a las extremidades, desaparece durante el sueño y aumenta con estados de excitación. Otras manifestaciones neurológicas descritas son la polineuropatía sensitivo motora, anosmia, disminución del campo visual y ataxia.

El cuadro clínico subagudo y crónico suele también acompañarse de trastornos conductuales y del ánimo, como depresión, crisis de llanto inmotivado, ansiedad, irritabilidad, violencia, amnesia parcial, insomnio, alucinaciones y psicosis maniaco-depresiva. Este cuadro clínico se denomina *eretismo mercurial*. La intoxicación crónica puede cursar con alteraciones renales que van desde la proteinuria aislada al síndrome nefrótico, en el contexto de nefropatía membranosa secundaria a nefritis por inmunocomplejos.

## **1.6 Mercurio y sus efectos en la salud**

Basados en el artículo “Evaluación mundial sobre el mercurio” PENUMA (2002) Ortega, Ferris, Lopez, et.al. (2003), realizan un resumen detallada de los efectos en la salud que tiene el mercurio en su artículo Hospitales sostenibles (parte II). Mercurio: exposición pediátrica. Describen lo siguiente:

### **1.6.1 Compuestos inorgánicos**

Son numerosos los efectos descritos a la exposición de las distintas formas de Hg inorgánico. La mayoría de ellos han sido obtenidos de estudios ocupacionales, en sectores como dentistas, enfermeras dentales, trabajadores de fábricas nucleares, mineros, trabajadores de cementeras e industrias químicas cloralcalinas. Los órganos más sensibles a su exposición son el riñón, el cerebro y la tiroides. Son numerosos los efectos adversos derivados de la exposición accidental y aguda al Hg de los termómetros y otros utensilios sanitarios.

**Efectos carcinogénicos:** Se han relacionado con el incremento de cáncer de pulmón en trabajadores expuestos, son numerosos los factores confundidores que podrían influir en estos resultados.

**Efectos neurológicos:** Las exposiciones agudas a concentraciones altas de vapores de Hg, así como la exposición crónica a bajas dosis, han mostrado una amplia variedad de alteraciones cognitivas, sensoriales, motoras y neuroconductuales (personalidad, memoria, sueño, fatiga, temblor en manos...). Las exposiciones superiores a los 0.1 mg/m<sup>3</sup> desencadenan claramente sintomatología neurológica. Habitualmente, al suspender la exposición los síntomas disminuyen, pero en pacientes expuestos de forma crónica a bajas dosis durante 10-30 años las alteraciones neurológicas son irreversibles y persistentes.

**Efectos renales:** El riñón, junto con el cerebro, es un órgano diana fundamental de la exposición al vapor de Hg. El riñón, incluso en niños y personas no expuestas ocupacionalmente, acumula mayor cantidad de Hg que el resto de tejidos. Exposiciones mayores ocasionan proteinuria (glomerular o tubular), glomerulonefritis mediada por inmunocomplejos, síndrome nefrítico y nefrótico.

**Efectos respiratorios:** El Hg elemental a temperatura ambiente fácilmente se vaporiza. Las exposiciones agudas a vapores de Hg producen edema pulmonar, bronquiolitis necrotizante y neumonitis, pudiendo ocasionar la muerte por fracaso respiratorio. La exposición crónica incrementa el riesgo de enfermedades crónicas respiratorias.

**Efectos cardiológicos:** La exposición aguda al Hg elemental o a sus vapores, ocasiona taquicardia, hipertensión y palpitaciones. Las exposiciones crónicas se asocian con palpitaciones.



**Efectos gastrointestinales:** El signo más característico del envenenamiento por Hg es la estomatitis, que aparece normalmente después de la exposición a concentraciones altas y agudas a vapores de Hg elemental. También produce náuseas, vómitos, diarrea y espasmos intestinales. Aunque la ingesta oral de la forma metálica apenas se absorbe, la ingesta de sales inorgánicas puede ser fatal, con ulceraciones, perforaciones y shock hemorrágico.

**Efectos tiroideos:** El Hg metálico se acumula en la glándula tiroides, disminuyendo la T3 y aumentando el cociente T4/T3. Estos efectos se observan a niveles muy bajos, similares a los que producen los primeros efectos menores sobre el SNC y riñón.

**Efectos inmunológicos:** Produce en determinadas personas con variedades genótípicas vulnerables, aumento de autoanticuerpos antilaminina, alteraciones en subpoblaciones de linfocitos T o aumento de la IgE.

**Efectos en la piel:** La exposición a vapores de Hg de forma aguda o intermitente provoca la acrodinia o “enfermedad rosada”, que se caracteriza por descamación de palmas y plantas, hiperhidrosis, prurito, rash, dolor articular, debilidad, hipertensión arterial y taquicardia.

### **1.6.2 Compuestos orgánicos**

**Efectos neurológicos:** La toxicidad de los compuestos orgánicos del Hg depende del tipo de compuesto, vía de entrada, dosis y edad de exposición. Estos compuestos destacan por su carácter neurotóxico, aunque también afectan en menor grado a los riñones, sistema inmunológico y cardiovascular. El MeHg y etilHg son más tóxicos que el fenilHg. Los signos de toxicidad aguda progresan desde parestesias y ataxia a debilidad generalizada, sordera, pérdida de visión, temblor, espasticidad muscular, coma y muerte.

Los efectos más preocupantes de la exposición crónica al MeHg se asocian a la mayor vulnerabilidad del cerebro fetal e infantil. La exposición crónica al MeHg es especialmente tóxica para el SNC inmaduro, estando catalogado como un potente agente teratógeno del cerebro fetal, produciendo alteraciones en su desarrollo estructural (necrosis focal de las neuronas corticales cerebrales y cerebelosas, con destrucción de las células gliales perifocales), y funcional (interferencia con el proceso de migración de las capas neuronales corticales y subcorticales).

**Otros efectos.** Son numerosos los efectos cardiovasculares relacionados con la exposición dietética a MeHg (alteraciones electrocardiográficas, mayor riesgo de enfermedades coronarias, etc.), interfiriendo el efecto beneficioso de los ácidos grasos omega 3. La exposición prenatal a MeHg se asocia con la presencia de hipertensión arterial durante la infancia.

### **1.7 Estudios y casos documentados de exposición a mercurio y sus efectos en la salud**

En el pasado existieron dos eventos de suma importancia que dotaron la realización de investigaciones y estudios sobre la toxicidad del mercurio los cuales fueron: Envenenamiento por metilmercurio en la bahía de Minamata, Japón y Casos de envenenamiento por mercurio en Irak, los cuales se describirán a continuación.

#### **1.7.1 Envenenamiento por metilmercurio en la bahía de Minamata, Japón**

En los decenios de 1960 y 1970, el problema de la contaminación de mercurio en la bahía de Minamata atrajo la atención de los medios de difusión del mundo entero, haciendo ver los efectos negativos del metilmercurio para la salud y contribuyendo a que el público tomara conciencia de la importancia de la protección del medio ambiente.

Hace más de cuarenta años, la bahía de Minamata en Japón fue gravemente contaminada por aguas residuales que contenían metilmercurio, un subproducto del proceso de síntesis de acetaldehído en la planta química local.

Durante varios años fueron descargadas en la bahía entre 70 y 150 toneladas métricas o más de mercurio, mezclado con los efluentes de una fábrica. La contaminación afectó a la población de Minamata en la forma de una intoxicación con metilmercurio, conocida como “enfermedad de Minamata”, que produjo daños en el sistema nervioso central de las personas que comieron grandes cantidades de pescado y mariscos contaminados procedentes de la bahía de Minamata. Además, ocurrieron casos de enfermedad de Minamata congénita, en que las víctimas nacían con una afección parecida a la parálisis cerebral, causada por el envenenamiento del feto con metilmercurio a través de la placenta, cuando la madre había consumido pescado y mariscos contaminados durante el embarazo. La enfermedad, que fue reconocida oficialmente el 1º de mayo de 1956, afectó gravemente a la comunidad local y fue una gran carga para la ciudad. Muchas personas perdieron su vida o sufrieron deformidades físicas, y desde entonces han tenido que vivir con el dolor físico y emocional de la “enfermedad de Minamata”.

Una vez confirmada la causa de la enfermedad, se pusieron en práctica diversas medidas para tratar los problemas planteados por la contaminación con mercurio, entre ellas la reglamentación de los efluentes de la fábrica, restricciones voluntarias a la captura de peces y mariscos de la bahía, instalación de redes divisorias a fin de cerrar la abertura de la bahía y evitar la diseminación de los peces contaminados, dragado de sedimentos de la bahía que contenían mercurio y un depósito apropiado para contener los lodos contaminados. Por último, en octubre de 1997 se quitaron las redes divisorias que habían cerrado la bahía durante 23 años. Después de que varios estudios confirmaron que los niveles de mercurio en los peces eran inferiores a los niveles reglamentarios y lo habían sido durante tres años, se volvió a abrir la bahía de Minamata como zona general de

pesca y la Minamata Fisheries Coop reanudó sus capturas para el mercado pesquero.

Desde entonces, el Instituto Nacional para la Enfermedad de Minamata (*National Institute for Minamata Disease*), creado para investigar los impactos de la contaminación por mercurio, ha contribuido sustancialmente al conocimiento de la toxicología y la exposición a ese metal tanto en el ámbito nacional como en otras regiones del mundo.

El Ministerio del Medio Ambiente de Japón, en su informe “Nuestros intensos esfuerzos para superar la trágica historia de la enfermedad de Minamata” (*Our Intensive Efforts to Overcome the Tragic History of Minamata Disease*), llega a la siguiente conclusión:

*“De la incidencia de la enfermedad de Minamata, Japón ha aprendido una lección muy importante sobre el modo en que las actividades que dan prioridad a la economía pero no tienen consideración por el medio ambiente pueden causar graves daños a la salud y al medio ambiente, y lo difícil que es recuperarse después de esos daños. Incluso desde el punto puramente económico, hacer frente a tales daños supone un gran costo en tiempo y dinero, y cuando comparamos el costo en que se ha incurrido y el costo de las medidas que podrían haber evitado la contaminación, permitir que ésta ocurra no es por cierto una opción económicamente recomendable. En nuestro país, tras la experiencia crucial de haber sufrido daños desastrosos a causa de la contaminación, entre ellos la enfermedad de Minamata, las medidas adoptadas para proteger el medio ambiente han logrado progresos espectaculares. Sin embargo, los sacrificios que hemos tenido que hacer en el camino han sido realmente enormes. Esperamos sinceramente que otros países puedan aprovechar la experiencia de Japón como lección de vital importancia, que se tome en consideración el medio ambiente y que se*

*prevenga la contaminación para que nadie tenga nunca que volver a sufrir la tragedia de daños como éstos”.*

### **1.7.2 Casos de envenenamiento por mercurio en Irak**

Los envenenamientos con metil y etilmercurio que ocurrieron en Irak se debieron al consumo de granos de semilla tratado con fungicidas que contenían dichos compuestos de alquilmercurio. Los primeros brotes, causados por etilmercurio, ocurrieron en 1956 y 1959-1960; unas 1.000 personas resultaron perjudicadas. El segundo brote, causado por metilmercurio, ocurrió en 1972. El número de personas hospitalizadas con síntomas de envenenamiento fue estimado en unas 6.500, de las cuales se notificó que fallecieron 459.

Los granos de semilla importados, tratados con mercurio, llegaron después de la temporada de siembra y posteriormente se utilizaron como cereal, del cual se hizo harina para fabricar pan. A diferencia de las exposiciones a largo plazo que tuvieron lugar en Japón, la epidemia de envenenamiento por metilmercurio que ocurrió en Irak fue de corta duración, pero la magnitud de la exposición fue grande. Como muchas de las personas expuestas de ese modo al metilmercurio vivían en pequeños poblados en zonas muy rurales (y algunos eran nómades), el número total de personas expuestas a esos granos de semilla contaminados con mercurio no se conoce.

## CAPITULO II

### MERCURIO Y EL SECTOR DE LA SALUD

El mandato del sector de la salud es prevenir y curar las enfermedades. Sin embargo, la prestación de servicios de salud principalmente, en los hospitales a menudo contribuye al problema sin advertirlo. Los hospitales ejercen efectos significativos en la salud ambiental, tanto en las fases previas como posteriores a la prestación del servicio, a través de los recursos naturales y los productos que consumen, así como de los residuos que generan. (Karliner, 2011)

El sector de la salud constituye una fuente significativa de contaminación en todo el mundo y, por ende, contribuye sin quererlo a agravar las tendencias que amenazan la salud pública mediante los productos y las tecnologías que utiliza, los recursos que consume, los residuos que genera y los edificios que construye y administra. (Karliner, 2011)

El sector de la salud está lejos de ser la principal fuente emisora de mercurio al medio ambiente. Las emisiones de las centrales eléctricas alimentadas de carbón y las plantas de cloro-soda que funcionan con celdas de mercurio, junto con la extracción artesanal de oro y la disposición de pilas, son contaminantes mucho más significativos. (Harvie, 2007)

Sin embargo, el sector de la salud aún juega un papel importante como una de las principales fuentes de demanda de mercurio y emisiones globales, así como causante de intoxicaciones tanto agudas como crónicas a niveles bajos de mercurio. (Harvie, 2007)

Algunas formas de emisión de mercurio a la atmosfera, al agua y al suelo son mediante la incineración de residuos hospitalarios, así como los residuos municipales que contengan este metal, contribuyendo así a la carga global de mercurio. Otra forma de contaminación es mediante la eliminación de este metal

por los efluentes cuando existe la ruptura o derrame del metal. La ruptura de termómetros de mercurio, por si solos aportan aproximadamente 15 toneladas métricas anuales de mercurio a los rellenos sanitarios en los que se vierten desechos sólidos. (Karlner, 2011; Harvie, 2007; OMS, 2005)

Si bien no se cuenta con cifras exhaustivas, la evidencia anecdótica sugiere que en la mayor parte de Asia, África y América Latina, los derrames de mercurio no se limpian adecuadamente, ni tampoco se separan ni se manejan adecuadamente los desechos que lo contienen. En cambio, se incinera y se desecha a través de los drenajes y alcantarillas o bien se vierte en rellenos sanitarios o vertederos, junto con los desechos sólidos que lo contienen. (Karlner, 2011; Harvie, 2007; OMS, 2005)

Los hospitales pediátricos usan un número significativamente mayor de termómetros que los hospitales generales. Por ejemplo, un hospital de 215 camas en Hermosillo, en el norte de México, muestra una tasa de compra de 9,6 termómetros por cama por año, mucho más baja que el hospital de niños Federico Gómez. (Harvie, 2008)

Si se tomara esta cifra conservadora y se extrapolara para la totalidad de México, que cuenta con 103.000 camas de hospital para tratamiento de agudos, se podría estimar que el sector de la salud de dicho país, en conjunto, es responsable por la rotura de 988.800 termómetros de mercurio por año, lo que representa casi 1 tonelada de mercurio vertido por el ambiente hospitalario primero y a continuación hacia el medio ambiente global. (Harvie, 2008)

Ortega (2003) menciona en su artículo Hospitales Sostenibles (parte II). Mercurio: exposición pediátrica, que todos los residuos sanitarios que contengan Hg deben ser considerados como tóxicos peligrosos y manejados de forma separada.

Diversas legislaciones nacionales sanitarias prohíben la venta de termómetros de Hg, y progresivamente otros países se sumarán a estas iniciativas.

## 2.1 Usos del mercurio

Fascinante por ser el único metal líquido, el mercurio se conoce desde hace miles de años, y se utiliza en un gran número de productos y procesos que aprovechan sus singulares características. El mercurio es un excelente material para muchas aplicaciones porque es líquido a temperatura ambiente, es un buen conductor eléctrico, tiene densidad muy alta y alta tensión superficial, se expande y contrae uniformemente en toda su gama líquida respondiendo a cambios de presión y temperatura, y es tóxico para los microorganismos (incluso los organismos patógenos) y otras plagas. (PENUMA, 2002)

El mercurio y sus sales fueron utilizados en la medicina desde hace siglos para tratar diversas dolencias (estreñimiento, dolores abdominales, sífilis, infecciones, etc.), hasta nuestras fechas aun diversos grupos étnicos lo utilizan con fines mágicos o religiosos. (Ortega, 2003)

En la siguiente tabla se muestran algunas de las actividades en general y del sector de la salud en México donde se implementa el uso del mercurio. (PENUMA, 2002)

Usos Generales	Sector de la Salud
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Minería artesanal de oro y plata</li> <li>• Pilas y baterías</li> <li>• Manómetros industriales y meteorológicos</li> <li>• Válvulas de presión</li> <li>• Giroscopios</li> <li>• Interruptores eléctricos y electrónicos</li> <li>• Interruptores multipolares</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Amalgamas dentales</li> <li>• Pilas y baterías</li> <li>• Instrumentos de medición y control</li> <li>• Termómetros médicos</li> <li>• Termómetros de laboratorio</li> <li>• Esfigmomanómetros (Medición de la presión sanguínea)</li> <li>• Interruptores eléctricos y electrónicos</li> </ul>



<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interruptores térmicos</li> <li>• Medicinas “caseras”</li> <li>• Cosméticos (cremas y jabones aclaradores de piel)</li> <li>• Ceremonias religiosas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lámparas fluorescentes</li> <li>• Productos químicos, electrodos y aparatos analíticos de laboratorio.</li> <li>• Conservadores de Vacunas</li> <li>• Conservadores de gotas oftálmicas</li> </ul>
--	---

## 2.2 Exposición ocupacional al mercurio en el sector de la salud

La exposición a sustancias químicas tóxicas comienza antes del nacimiento y se prolonga durante toda la vida. Muchas de estas sustancias han sido relacionadas con afecciones graves, como asma, esterilidad, dificultades de aprendizaje, enfermedad de parkinson y cáncer. Estas sustancias químicas también son una fuente importante de contaminación del aire en espacios cerrados. Algunas, como el mercurio y las dioxinas, han sido identificadas como sustancias químicas preocupantes a nivel global por los gobiernos del mundo, debido a su contribución a problemas de salud ambiental internacionales. (Karlner, 2011)

Investigaciones recientes en algunos países muestran que, los empleados del sector de la salud estén amenazados por las sustancias químicas utilizadas en sus lugares de trabajo que el público en general.

En el sector salud la exposición más común al mercurio es por inhalación de vapores de mercurio líquido. (OMS, 2005; Balderas, 2013)

## 2.3 Alternativas de uso

En un estudio reciente se comprobó que los costos de producción de equipo alternativo sin mercurio eran muy similares a los de equipos convencionales. Los resultados de la investigación parecen indicar que hay muchas alternativas sin

mercurio que pueden abarcar la amplia gama de funciones que requieren los productos de consumo. En el ámbito salud, cabe mencionar los dispositivos para la determinación de la presión sanguínea, los dispositivos gastrointestinales, los termómetros y los barómetros, y en otros estudios se incluye la utilización de fijadores de mercurio en los laboratorios. (OMS, 2005)

Con la elección de una alternativa sin mercurio, un centro de la salud puede conseguir una reducción notable de la exposición potencial para los enfermos, el personal de salud y el medio ambiente, a este metal. Los esfigmomanómetros aneroides proporcionan mediciones precisas de la presión cuando se aplica un protocolo adecuado de mantenimiento. Es importante reconocer que, independientemente del tipo de dispositivo de medición de la presión sanguínea que se utilice, los esfigmomanómetros tanto aneroide como de mercurio se deben controlar regularmente a fin de evitar errores de medición de la presión sanguínea y, en consecuencia, en el diagnóstico y el tratamiento de la hipertensión. (OMS, 2005)

## CAPITULO III

### ESTUDIOS DE EXPOSICIÓN OCUPACIONAL A MERCURIO

Cada día que pasa los estudios e investigaciones sobre la exposición ocupacional a mercurio y sus efectos en la salud aumentan, ya que se busca la erradicación de este metal del consumo de la humanidad. A continuación se describen algunos estudios documentados y sus resultados.

Palacios, Fitzgerald, Roberts, et.al. (2014) en su estudio *A Prospective Analysis of Airborne Metal Exposures and Risk of Parkinson Disease in the Nurses Health Study Cohort*. Realizaron un estudio de cohorte perspectiva de mujeres enfermeras a lo largo de 18 años, donde se identificaron 425 casos incidentes de enfermedad de Parkinson, asociaron esta enfermedad con algunos metales encontrados en el ambiente, dentro de los cuales se encontraba el mercurio con un intervalo de confiabilidad del 95% (0,98, 1,79), a lo que concluyeron lo siguiente “En general, encontramos evidencia limitada de la asociación entre la exposición ambiental a edad adulta a los metales y el riesgo de enfermedad de Parkinson. Los resultados para el mercurio deben ser confirmados en estudios futuros”.

Naimi-Akbar, Sandborgh-Englund, Ekblom, et.al. (2014) en su artículo *Mortality among sons of female dental personnel - a national cohort study*. El estudio examinó el aumento de riesgo de mortalidad en los hijos de madres que trabajan en odontología que están expuestos al mercurio cuando se utiliza la amalgama dental. Compararon entre los hijos de personal dental e hijos del personal de atención de la salud no dentales. Se calcularon los cocientes de riesgo durante tres décadas (1960s-1980s). Durante la década de 1960, hubo un aumento estadísticamente significativo en el riesgo de mortalidad neonatal de los hijos de enfermeras dentales en comparación con los hijos de los auxiliares de enfermería.

Scand (2012) en su artículo La función cognitiva entre los hijos de mujeres que trabajaban en la odontología. Compararon los resultados de los exámenes de función cognitiva tomadas por la mayoría de los hombres jóvenes en Suecia en el momento del alistamiento militar obligatorio (edad 17-18 años). Hijos de mujeres dentistas (N = 365) y enfermeras dentales (N = 3.181) nacidos durante los 1.960 de 1970 se compararon con los hijos de las médicas (N = 378) y auxiliares de enfermería (N = 12 667). El análisis por regresión lineal mostró que los hijos de los trabajadores dentales tuvieron resultados similares o mayores pruebas de la función cognitiva en comparación con sus cohortes. No se encontraron pruebas de la función cognitiva más pobre entre los hijos varones de mujeres dentistas o enfermeras dentales.

Arh Hig Rada Toksikol (2012) El uso de dispositivos médicos a base de mercurio a través de los centros de salud de Croacia. En 2009, se realizó una encuesta para evaluar el uso de termómetros y tensiómetros con mercurio y su eliminación en instalaciones sanitarias croatas. El cuestionario de abordar el uso de los dispositivos basados en mercurio médicos, gestión de residuos, las preferencias entre los dispositivos y electrónicos a base de mercurio, y el conocimiento sobre la toxicidad del mercurio, fue llenado por enfermeras de la sala afiliados a 40 (71,4%) de los 56 centros de salud en contacto. Sólo una de estas instalaciones había renunciado a la utilización de los dispositivos médicos que contienen mercurio en el momento. Hasta un 84,6% de las enfermeras cree que los dispositivos rotos no aumentaron el riesgo de exposición al mercurio, a pesar de que el 90% afirmó que eran conscientes de la toxicidad del mercurio. De hecho, el 69,4% de las enfermeras prefiere los dispositivos que contienen mercurio debido a su precisión y fiabilidad y porque recibieron poca capacitación en el uso de devices. La electrónica de termómetros y esfigmomanómetros es común en los centros de salud. El número de termómetros rotos y los esfigmomanómetros se estimó en 278 y cinco por mes, respectivamente. Sólo 18 (46,2%) de los centros de salud encuestados afirmó que había tenido un procedimiento de eliminación adecuada de mercurio de los dispositivos rotos. Las enfermeras, que más a menudo se

ocupan de estos dispositivos y recoger los derrames de mercurio, están expuestos principalmente a los vapores de mercurio a través de la inhalación.

Kim, Lee BE, Hong YC, et.al. (2011) Mercury levels in maternal and cord blood and attained weight through the 24 months of life. Evaluaron el grado de exposición prenatal al mercurio mediante la medición de los niveles de mercurio total en sangre materna y del cordón, y examinar la relación entre el nivel de mercurio durante el embarazo y el peso alcanzado de lactante durante los primeros 24 meses de vida. El estudio prospectivo de cohortes de Madres y los Niños Salud Ambiental (MOCEH) fue construido en 2006, y 921 parejas madre-hijo fueron reclutados. Las concentraciones de mercurio en la sangre materna tardía ( $\beta = -0,19$ .  $P = 0,05$ ) y la sangre del cordón umbilical ( $\beta = -0,36$ .  $P = 0,01$ ) se asociaron negativamente con el peso alcanzado los lactantes durante los primeros 24 meses de edad. Peso alcanzado de los lactantes en el intestino para su grupo (SGA) de edad gestacional fue menor que el grupo de peso normal al nacer en el cuartil más alto del nivel de mercurio. Por lo tanto, se deben hacer esfuerzos para reducir el nivel de mercurio en la sangre materna al final del embarazo y de la sangre del cordón umbilical.

Thygesen, Flachs, Hanehøj, et.al. Hospital admissions for neurological and renal diseases among dentists and dental assistants occupationally exposed to mercury. En este estudio a nivel nacional se compararon los ingresos hospitalarios por enfermedades neurológicas y renales entre odontólogos y asistentes dentales a las admisiones en los controles. Este estudio de cohorte basado en registros incluyó a todos los trabajadores daneses que trabajan en clínicas dentales, clínicas o 'abogados médicos generales oficinas entre 1964 y 2006. Analizaron riesgo de enfermedades neurológicas, la enfermedad de Parkinson y enfermedades renales utilizando un modelo de regresión de Cox. La cohorte constaba de 122 481 trabajadores, incluidos 5.371 dentistas y 33.858 asistentes dentales. Para las enfermedades neurológicas, no observaron asociación para asistentes dentales, mientras que para los dentistas observaron un aumento del

riesgo para los períodos con menor exposición al mercurio. Entre los asistentes dentales, no observaron una asociación negativa entre la duración del empleo y el riesgo de enfermedad neurológica. Los inicios de la enfermedad renal entre los asistentes dentales se incrementaron durante los periodos con menos exposición al mercurio en comparación con los controles. Para los dentistas se observó un aumento del riesgo no significativo entre la duración del empleo y el riesgo de enfermedad renal.

Farahat, Rashed, Zawilla, Farouk. Effect of occupational exposure to elemental mercury in the amalgam on thymulin hormone production among dental staff. Investigaron la carga corporal de mercurio en el personal dental y la relación de esta carga para el posible impacto del mercurio en el nivel de la hormona de la glándula del timo (timulina). Además, el trabajo dirigido a verificar el efecto del mercurio en la síntesis del óxido nítrico como un posible mecanismo de su inmunotoxicidad. La población del estudio consistió en un grupo de personal dental (n = 39) [21 dentistas y 18 enfermeras] y un grupo emparejado de control (n = 42). Cada individuo fue sometido a la historia clínica detallada profesional y médica, y para la estimación de mercurio en la orina (T-Hg) y el mercurio en la sangre (B-Hg) como indicadores de la carga corporal de mercurio y la exposición, respectivamente. Medición del nivel total de la sangre de la hormona timulina, y el nivel plasmático de nitrito y nitrato (indicadores de óxido nítrico) también se hizo. El estudio mostró un aumento significativo en los niveles de T-Hg y B en el personal dental en comparación con sus controles. Esta elevación de la carga corporal de mercurio se asoció con una reducción significativa en el nivel en sangre de la hormona timulina y los parámetros de óxido nítrico. Estos resultados fueron más evidentes en el grupo de enfermeras en comparación con los dentistas. En conclusión, nuestros resultados muestran que los dentistas y enfermeras dentales tienen una exposición significativa al vapor de mercurio y apuntan a los efectos negativos del mercurio en funciones de la glándula del timo y confirman la implicación de que la vía óxido nítrico es un posible mecanismo para este efecto. Por otra parte, el estudio plantea la atención sobre la importancia

de las medidas de higiene en la reducción de la exposición al vapor de mercurio liberado de la amalgama dental.

Chaari, Kerkeni, Saadeddine, et.al. Mercury impregnation in dentists and dental assistants in Monastir city, Tunisia Un estudio transversal se realizó en 52 dentistas y asistentes dentales que trabajan en oficinas privadas y en la unidad de la estomatología del hospital universitario de Monastir, con un grupo control de 52 médicos y enfermeras que trabajan en el hospital Monastir Fattouma Bourguiba. Los grupos fueron emparejados por edad y género. El estudio tuvo una duración de tres meses. Un cuestionario investigó las características socio-profesionales de la población de estudio, la exposición no profesional mercurio, del entorno de trabajo, las distintas técnicas de manipulación y preparación de amalgama, y las medidas higiénicas preventivas. Toma de muestras de orina y la saliva se realizó con el fin de evitar cualquier contaminación mercurial accidental. Nivel de mercurio se evaluó mediante espectroscopía de absorción atómica en un muestreador automático, creatinina en orina con la reacción colorimétrica de Jaffé. Los resultados revelaron que la eliminación de los residuos de amalgama fue inadecuada en el 94% de los casos. La variación de mercurio en la orina fue significativamente influenciado por la presencia de cortinas de tela Comer el almuerzo en las comidas en el lugar de trabajo también se relacionó con un aumento significativo de los niveles de mercurio en la orina El modo de almacenamiento de mercurio en recipientes abiertos fue un factor significativo para la variación de nivel de mercurio.

## CAPITULO IV

### CAMPAÑA DE ELIMINACIÓN DE MERCURIO DE LOS CENTROS HOSPITALARIOS

#### 4.1 Colaboración de OMS y salud sin daño

A continuación se describe el planteamiento que propone la campaña de salud sin daño para la eliminación del mercurio de los centros hospitalarios descrita en su página web [www.saludsinmercurio.org](http://www.saludsinmercurio.org).

Entre 2008 y 2014, la Organización Mundial de la Salud (OMS) y Salud Sin Daño colaboraron en una iniciativa global que tuvo como objetivo demostrar la factibilidad de la eliminación de termómetros y esfigmomanómetros con mercurio en el sector del cuidado de la salud y su reemplazo por alternativas precisas y económicamente viables.

Como uno de los componentes de la Alianza sobre Productos con Mercurio del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), la iniciativa *Cuidado de la salud sin mercurio* alcanzó un éxito significativo en la generación de conciencia en los ministerios y sistemas de salud y en miles de hospitales en todo el mundo en relación a la factibilidad de desarrollar e implementar políticas y procedimientos para la eliminación del mercurio.

Este trabajo hizo un aporte fundamental en las negociaciones sobre mercurio del Convenio de Minamata porque demostró que es posible sustituir los dispositivos de medición con mercurio en el sector del cuidado de la salud.

Ahora que se ha firmado el Convenio de Minamata (que incluye artículos que estipulan la eliminación de la fabricación, importación y exportación de termómetros y esfigmomanómetros con mercurio para el 2020), los países necesitan desarrollar e implementar extensas estrategias y programas nacionales



que abarquen sus sistemas de salud para eliminar la importación, fabricación y exportación de estos dispositivos. A partir de las lecciones aprendidas en la iniciativa *Cuidado de la salud sin mercurio*, la OMS y Salud Sin Daño están comenzando una nueva etapa de trabajo y colaboración para ayudar a los países en estos esfuerzos.

Salud Sin Daño continuará con su compromiso de trabajar hacia la plena implementación del Convenio de Minamata y su objetivo de eliminar los dispositivos con mercurio del sector del cuidado de la salud para el año 2020. Para esto, trabajaremos con gobiernos, sistemas y profesionales de la salud y hospitales y proporcionaremos los conocimientos técnicos para apoyar esta transición.

En México Alrededor de diez hospitales del sector público han firmado un compromiso público de eliminación del mercurio incluidos dos Institutos Nacionales de Salud y otros del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS). La Secretaría de Salud del Distrito Federal se ha unido a la iniciativa global conjunta OMS-SSD de sustitución de mercurio en termómetros y esfigmomanómetros. El sistema de salud pública de esta ciudad incluye a 29 hospitales y 240 Centros de Salud Pública de atención primaria.

## **4.2 Alternativas de uso**

Los termómetros digitales, los termómetros que no contienen mercurio más frecuentemente usados, utilizan un termistor que convierte la temperatura en una resistencia eléctrica conocida, y son muy sensibles.

Tal como sucede con la mayoría de los productos (con o sin mercurio) su exactitud depende de la calidad y técnica de fabricación. Las organizaciones de normalización, como ASTM International (American Society of Testing Materials), han desarrollado protocolos para ayudar a la comunidad de la atención de la salud a identificar alternativas exactas. Es imperativo que el sector de la salud y los

gobiernos garanticen que los termómetros se adquieran a fabricantes que respetan las técnicas y los protocolos de ensayo certificados independientemente por la ASTM u otros procedimientos reconocidos a nivel internacional, para ofrecer un producto que ofrezca la exactitud requerida.

Tal como sucede con los termómetros, los tensiómetros con o sin mercurio ofrecen mediciones exactas siempre que estén calibrados. Se pueden encontrar, en las publicaciones médicas, ejemplos de tensiómetros inexactos con y sin mercurio, aunque la inexactitud se relaciona en general con un mantenimiento deficiente y una mala calibración. Una extensa serie de estudios científicos han concluido que los dispositivos de medición que no contienen mercurio ofrecen la misma exactitud que los que sí contienen este metal, siempre que se los mantenga y calibre adecuadamente. Por ejemplo, un estudio de la Mayo Clinic de los EE. UU. concluye que los esfigmomanómetros aneroides ofrecen mediciones exactas de la presión cuando se respeta un adecuado protocolo de mantenimiento. Algunos han argumentado que para lograr una medición exacta de la presión arterial, el dispositivo de referencia utilizado para la calibración debe ser un tensiómetro de mercurio (con un error típico de  $\pm 3$  mm de mercurio). Sin embargo, cuando se calibra un dispositivo, el error de la presión de referencia debería sumarse a la exactitud especificada del instrumento que se está ensayando ( $\pm 3$  mm Hg) a fin de determinar la exactitud real del sistema de calibración. Por ello, si se usa como referencia un manómetro (de columna de mercurio o aneroide) calibrado en  $\pm 3.0$  mm Hg, se podrá determinar la exactitud del manómetro que se está ensayando en sólo  $\pm 6.0$  mm Hg, lo que está fuera del rango de  $\pm 5$  mm de mercurio que, en general, pretenden los profesionales médicos. Muchos centros y fabricantes de dispositivos utilizan dispositivos (p. ej., patrones digitales para medir la presión) calibrados en  $\pm 0.1$  mm Hg; se podrá determinar la exactitud del manómetro que se está ensayando dentro de un rango de  $\pm 3.1$  mm Hg. Según se ha documentado, esto es mucho menor que las diferencias entre o dentro de los dispositivos de distintos proveedores en múltiples mediciones.

Un estudio realizado en EE.UU. en 2003 concluye, en resumen, que "la investigación de los tensiómetros sugiere que existen numerosas y buenas alternativas para los de mercurio. Los esfigmomanómetros aneroides son muy competitivos en términos de costo, se emplean desde hace largo tiempo, y muchos hospitales los han aceptado." En otro estudio realizado en el Reino Unido, un dispositivo aneroide recibió una calificación A para la presión sistólica y diastólica y cumplió con los requisitos de la Asociación para el Progreso del Instrumental Médico.

La conclusión fue que este dispositivo aneroide podía recomendarse para su uso en la población adulta.

La Agencia Regulatoria de Medicamentos y Productos para el Cuidado de la Salud del Reino Unido (MHRA, por su sigla en inglés) establece que tanto los esfigmomanómetros aneroides como los que contienen mercurio deben ser controlados periódicamente para evitar errores en la medición de la presión; la Sociedad Británica para la Hipertensión (BHS, por su sigla en inglés) recomienda someterlos a ensayos cada 6 a 12 meses. Un tema igualmente importante y que suele ignorarse en el debate sobre la exactitud de los dispositivos es la técnica de medición. Una reunión de trabajo en EE.UU., organizada en 2002 sobre medición de la presión arterial, destaca numerosos estudios en donde se menciona que la técnica básica de medición y el tamaño inadecuado o insuficiente de brazal ocasionaban errores significativos en la medición.

En Suecia y en Brasil el reemplazo por tensiómetros que no contienen mercurio en la práctica clínica no ha causado ningún problema referente al diagnóstico ni al monitoreo clínico.

De hecho, el gobierno sueco ha eliminado por completo los tensiómetros de columna de mercurio.

Después de considerar la evidencia científica, un informe de 2005 elaborado por el departamento de enfermedades cardiovasculares de la Organización Mundial de

la Salud (OMS) concluyó que aún en medios de bajos recursos, "considerando la toxicidad del mercurio, se recomienda que los tensiómetros de mercurio sean reemplazados gradualmente por dispositivos electrónicos, accesibles, validados y para uso profesional." Un problema con el que se encuentran numerosos hospitales en países en desarrollo cuando sustituyen los tensiómetros de mercurio es que muchos dispositivos aneroides y digitales son de mala calidad. Sin embargo, muchos de los dispositivos que se fabrican actualmente satisfacen los criterios de organismos profesionales como la Sociedad Británica para la Hipertensión, la Sociedad Europea para la Hipertensión y la Asociación para el Progreso del Instrumental Médico. La Sociedad Británica para la Hipertensión ha armado una lista de proveedores de tensiómetros que satisfacen sus criterios y son aptos para la práctica clínica, tal como está publicado en su sitio Web.

El informe de la OMS antes citado señala que "los Grupos de Trabajo sobre Medición de la Presión Arterial de la Asociación para el Progreso del Instrumental Médico, la Sociedad Británica para la Hipertensión y la Sociedad Europea para la Hipertensión han publicado protocolos internacionales para la validación de dispositivos para la medición de la presión arterial."

### **4.3 Accesibilidad de costos**

Muchos trabajadores del ámbito de la salud están preocupados por la disponibilidad de productos alternativos. De hecho, los principales proveedores de equipamiento médico

que operan a nivel mundial ofrecen numerosos modelos de termómetros y tensiómetros que no contienen mercurio.

Sin embargo, la cuestión de la accesibilidad de los costos todavía representa un obstáculo, en especial en aquellos casos en los que no se incluyen los costos del efecto de los derrames de mercurio en la vida humana y en el medio ambiente en los cálculos o presupuestos de las instituciones del sector de la salud. Desde la perspectiva de economías en desarrollo, dichos costos deben considerarse en la

planificación estratégica nacional. En países como los Estados Unidos, donde la demanda de alternativas al mercurio por parte del mercado ha comenzado a sentirse, y los costos de descontaminación han comenzado a cuantificarse, una política de compras de productos alternativos al mercurio resulta ser la opción más económica. En un estudio realizado por Kaiser Permanente, la mayor prepaga de salud sin fines de lucro de Estados Unidos, se determinó que, cuando se incluyen los costos asociados con el ciclo de vida (cumplimiento de regulaciones, responsabilidad civil, capacitación, etc.) el costo total por tensiómetro aneroide es aproximadamente 33% del costo de un dispositivo que contiene mercurio. Kaiser Permanente ya no adquiere insumos que contengan mercurio.

Sin embargo, en el mercado global los insumos médicos que utilizan mercurio siguen siendo notablemente más económicos que sus equivalentes digitales o aneroides.

En ausencia de normas ambientales estrictas, y con presupuestos limitados para la atención sanitaria, hoy en día muchos sistemas de salud y hospitales siguen enfrentados a la disyuntiva de elegir entre dispositivo que contiene mercurio y un producto alternativo. Estas instituciones con presupuesto limitado han podido sortear exitosamente este obstáculo por medio de estrategias operativas. Por ejemplo, cuando se planifican los futuros presupuestos, los hospitales toman en cuenta las roturas frecuentes de termómetros de mercurio y las incluyen en el costo de las prácticas actuales, para luego compararlas con el costo de un producto alternativo digital o sin mercurio. Con frecuencia, el costo aditivo es comparable con el costo de reemplazar los termómetros con mercurio, ya que los productos alternativos normalmente duran más.

#### **4.4 Limpieza de pequeños derrames de mercurio**

##### **Elementos necesarios:**

- 4 o 5 bolsas herméticas, tipo ziplock.
- Bolsas de basura (2 mm o más de espesor)

- Contenedor plástico con tapa que cierre bien, como por ejemplo, los de los rollos de fotos de 35 mm.
- Guantes de látex (o nitrilo, si estuvieran disponibles).
- Toallas de papel.
- Tiras de cartón. - gotero o jeringa (sin aguja).
- Cinta adhesiva (alrededor de 30 cm.).
- Linterna.
- Azufre o zinc en polvo.

### **Instrucciones para la Limpieza:**

1. Quitarse todas las alhajas de manos y muñecas para que el mercurio no se combine (amalgame) con los metales preciosos. Cambiarse por ropa y zapatos viejos que puedan ser descartados si se llegaran a contaminar.
2. Solicitar a toda persona que esté en el área donde se realizará la limpieza, que se retire del lugar. Cerrar la puerta del área impactada. Apagar el sistema de ventilación interior para evitar la dispersión de los vapores de mercurio.
3. El mercurio se puede limpiar fácilmente de las siguientes superficies: madera, linóleo, cerámica y otras superficies similares. Si el derrame sucede sobre alfombras, cortinas, tapizados u otras superficies similares, estos elementos contaminados se deben tirar siguiendo los lineamientos detallados más abajo. Corte y saque sólo la porción afectada de la alfombra contaminada para su descarte.
4. Ponerse los guantes de goma o látex.
5. Si hay restos de vidrio u objetos cortantes, recójalos con cuidado. Coloque todos los objetos rotos sobre una toalla de papel. Doble la toalla de papel e introdúzcala en la bolsa hermética tipo ziplock. Cierre la bolsa y rotúlela.
6. Localice las gotas de mercurio. Utilice el cartón para recoger las “bolitas” de mercurio. Realice movimientos lentos para evitar que el mercurio se vuelva incontrolable. Tome la linterna, sosténgala en un ángulo bajo lo más cercano al piso en el cuarto oscurecido y busque el brillo de las gotas de mercurio que

puedan haber quedado pegadas en la superficie o en las pequeñas hendiduras. Nota: El mercurio puede recorrer distancias sorprendentes en superficies duras y lisas, por lo que asegúrese de inspeccionar todo el cuarto cuando esté realizando esta tarea”.

7. Utilice un gotero o jeringa para recolectar o aspirar las gotas de mercurio. Lenta y cuidadosamente transfiera el mercurio a un recipiente plástico irrompible con tapa como los tarritos empleados para película fotográfica de 35 mm (evite usar vidrio). Coloque el recipiente en una bolsa hermética tipo ziplock. Asegúrese de rotular la bolsa.
8. Luego de haber recogido las gotas más grandes, utilice cinta adhesiva para recolectar las gotas más pequeñas difíciles de ver. Coloque la cinta adhesiva en una bolsa ziplock y ciérrela. Asegúrese de rotular la bolsa previa consulta a las autoridades ambientales de su localidad.
9. PASO OPTATIVO. Si lo desea, puede utilizar azufre en polvo, disponible comercialmente, para absorber las gotas de mercurio que son muy pequeñas como para verse a simple vista. El uso de azufre tiene dos efectos: (1) hace que el mercurio sea más sencillo de ver, debido a que puede haber un cambio de color del amarillo al marrón, y (2) une el mercurio de manera que sea más sencilla su remoción y suprime los vapores del mercurio no encontrado. Nota: El azufre en polvo puede manchar las telas de un color oscuro. Cuando utilice azufre en polvo, no respire cerca del polvo ya que puede resultar moderadamente tóxico. Además, antes de emplearlo, debe leer y comprender toda la información acerca del manejo del producto.
10. Bloque todos los materiales utilizados en la limpieza, incluidos los guantes, en una bolsa de basura. Coloque todas las gotas de mercurio y objetos desechados en la bolsa. Ciérrela y rotúlela.
11. Póngase en contacto con el encargado de limpieza de su hospital para una correcta disposición final de los residuos recogidos, acorde a las leyes y posibilidades locales. En ausencia de normas específicas, recolecte los residuos del derrame de mercurio en tambores de acero resistentes a la exposición en exterior.

12. Recuerde mantener el área de derrame con una buena ventilación de aire exterior (por ejemplo ventanas abiertas y ventiladores funcionando) por lo menos las 24 horas posteriores a la limpieza del derrame. Si se presenta algún síntoma de enfermedad, busque atención médica en forma inmediata.



## RESULTADOS

Después de realizar lo indicado en el método, encontramos que solamente el 7% de los encuestados conocen alguna norma que regule el manejo del mercurio. También se encontró que el 85% de los encuestados considera al mercurio como una sustancia peligrosa para la salud y el ambiente, sin embargo solo el 36% conocen a la vía respiratoria como una vía de exposición al mercurio. Además cabe señalar que solo el 5% de los encuestados ha recibido capacitación para el manejo y cuidado de equipo médico con base de mercurio. (Cuadro 1).

A la pregunta ¿Qué es el mercurio?, solamente el 45% respondió que era un metal y elemento líquido de la tabla periódica (Cuadro 2). En la descripción de algunos usos del mercurio el 55% menciona termómetros y baumanómetros mientras que un 11% no conoce ningún uso (Cuadro 3). Asimismo, el estudio nos refleja que el 61% no conoce ninguna aplicación del mercurio en el área de la salud (Cuadro 4), siendo que los encuestados son personal que trabaja en el área de la salud y están en contacto diario con el mismo. En este mismo tenor encontramos que el 38% del personal encuestado no conoce ningún efecto sobre la salud humana causada por el mercurio (Cuadro 5), poniendo a este personal en grave riesgo ya que al no conocer el daño que el mercurio puede provocar no se toman las precauciones necesarias para su manejo.

Acerca de las formas en que se elimina el mercurio en el hospital, el 39% del personal menciona que mandaba a que lo limpiaran y los residuos se enviaban a la basura municipal, esto refleja una vez más la falta de conocimientos del personal al respecto (Cuadro 6). Al igual que con la ruptura de los termómetros se realizó el mismo cuestionamiento pero enfocado hacia la ruptura de los baumanómetros donde el 94% de los encuestados menciona que se informa a mantenimiento mientras que el 6% manda el baumanómetros a ingeniería médica (Cuadro 7).

Respecto a la eliminación y el destino final que tiene el mercurio en el hospital se pidió que citaran un ejemplo del manejo especial que se le da a estos residuos el 49% del personal contestó que era enviado a la basura municipal, el 32% respondió que el personal de intendencia se hacía cargo de él y un 19% lo depositaba en un recipiente con agua (Cuadro 8). Es importantísimo señalar que el 100% del personal encuestado no conoce ningún manejo especial para el mercurio (Cuadro 9), En cuanto al destino final del mercurio en el hospital, el 61% respondió que no conoce algún manejo para este metal, 33% contestó basura municipal y un 6% residuos biológicos (Cuadro 10).

Mediante inventario se investigó sobre el quipo hospitalario que contiene mercurio y encontramos vacutron, lámparas fluorescentes y múltiples baterías de instrumentos como desfibriladores, monitores, analizadores de sangre, marcapasos y bombas que poseen mercurio (Cuadro 11). También se inventariaron las sustancias de laboratorio con mercurio y encontramos la presencia en laboratorio de fijadores y colorantes histológicos, óxido de mercurio y test anti-bacteriano entre otros, los cuales contienen mercurio (Cuadro 12).

En este mismo trabajo se encontró que el promedio de termómetros rotos en el Hospital de tercer nivel de atención de la ciudad de Toluca, 2013, fue de 1200 termómetros mensuales, que si lo multiplicamos por los 12 meses del año nos da un total de 14,400 termómetros rotos durante todo el 2013 (Cuadro 13). Si tenemos en cuenta que un termómetro posee 1gr de mercurio, tenemos entonces que la contribución a la contaminación por mercurio de este hospital es de 14.4 kg en un año. Se confirma de manera indirecta que aproximadamente se rompen en promedio 3 termómetros diarios por cada uno de los 10 servicios.

## CUADROS Y GRÁFICAS

### Cuadro 1

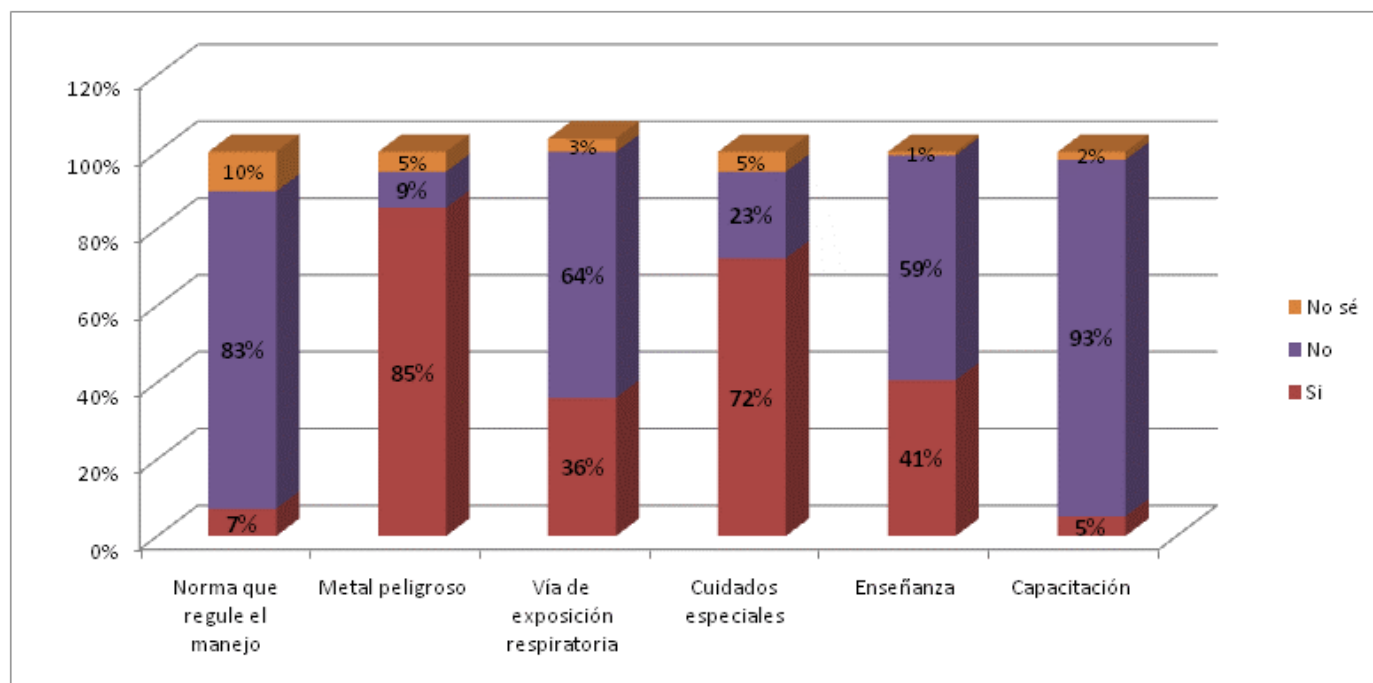
**Conocimientos de mercurio en el personal de un hospital de tercer nivel de**

Conocimientos Generales		Si	%	No	%	No sé	%	Total
1.-	¿Conoce alguna norma que regule el manejo de mercurio?	25	7	289	83	36	10	350
2.-	¿Considera que el mercurio es un metal peligroso para la salud y el medio ambiente?	299	85	33	9	18	5	
3.-	La vía de exposición de mercurio es la respiratoria	126	36	224	64	12	3	
4.-	¿El uso y manejo de los equipos a base de mercurio requiere cuidados especiales?	253	72	79	23	18	5	
5.-	¿Durante su formación le enseñaron algo relacionado con el mercurio?	142	41	205	59	3	1	
6.-	¿Ha recibido capacitación para el manejo y cuidado de equipo médico con base de mercurio?	18	5	325	93	7	2	

**atención de Toluca.**

**Fuente: Cuestionario aplicado**

### Gráfica 1



**Fuente: Cuadro**

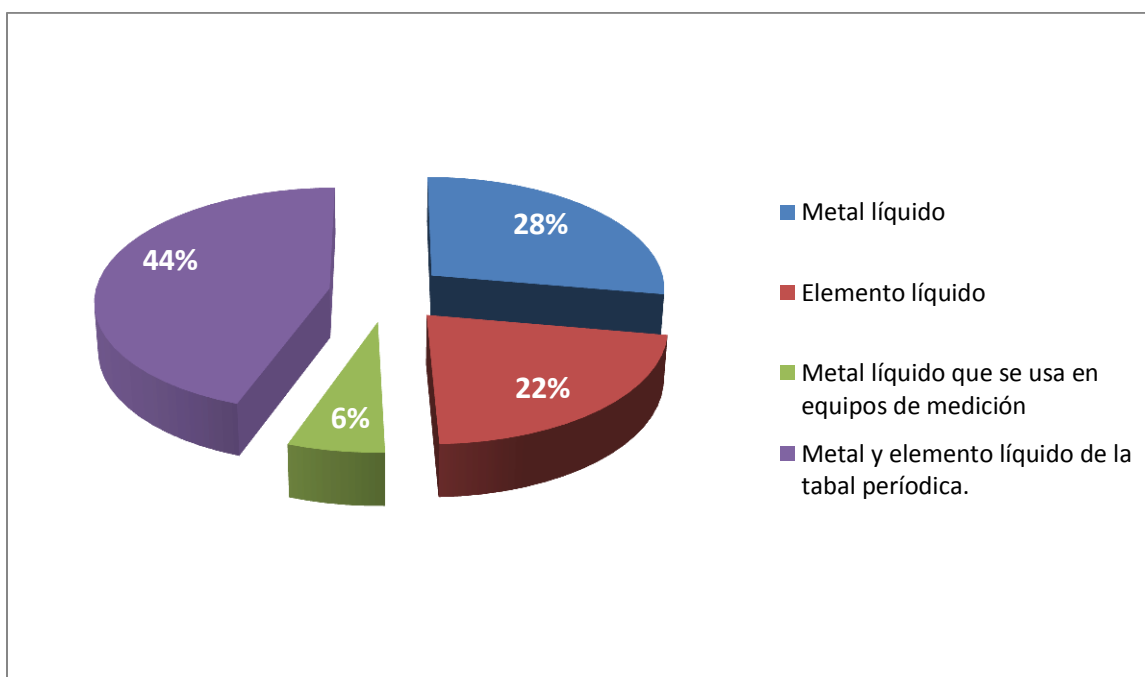
**Cuadro 2**

**Conocimientos sobre el mercurio del personal de un hospital de tercer nivel de atención de Toluca.**

<b>¿Qué es el mercurio?</b>	<b>n</b>	<b>%</b>
Metal líquido	97	28
Elemento líquido	77	22
Metal líquido que se usa en equipos de medición	20	6
Metal y elemento líquido de la tabal periódica.	156	45
Total	350	100

**Fuente: Cuestionario aplicado**

**Grafica 2**



**Fuente: Cuadro 2**

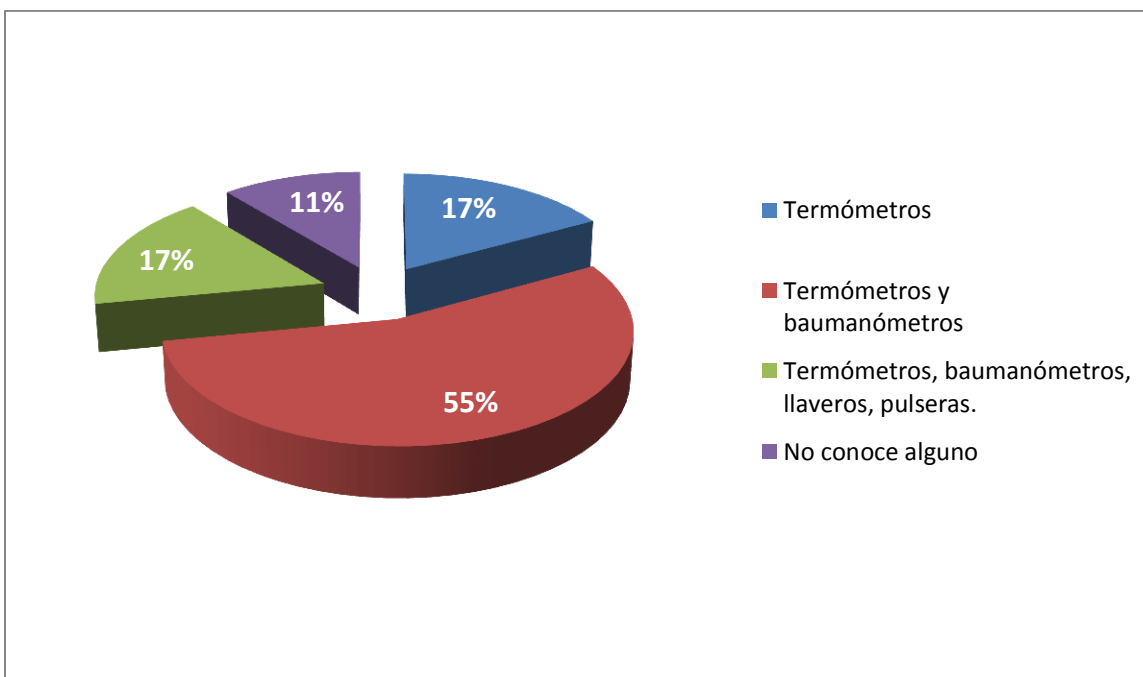
**Cuadro 3**

**Personal de un hospital de tercer nivel de atención de Toluca según descripción de usos del mercurio.**

<b>Mencione algún uso del mercurio</b>	<b>n</b>	<b>%</b>
Termómetros	60	17
Termómetros y baumanómetros	193	55
Termómetros, baumanómetros, llaveros, pulseras.	59	17
No conoce alguno	38	11
Total	350	100

**Fuente: Cuestionario aplicado**

**Grafica 3**



**Fuente: Cuadro 3**

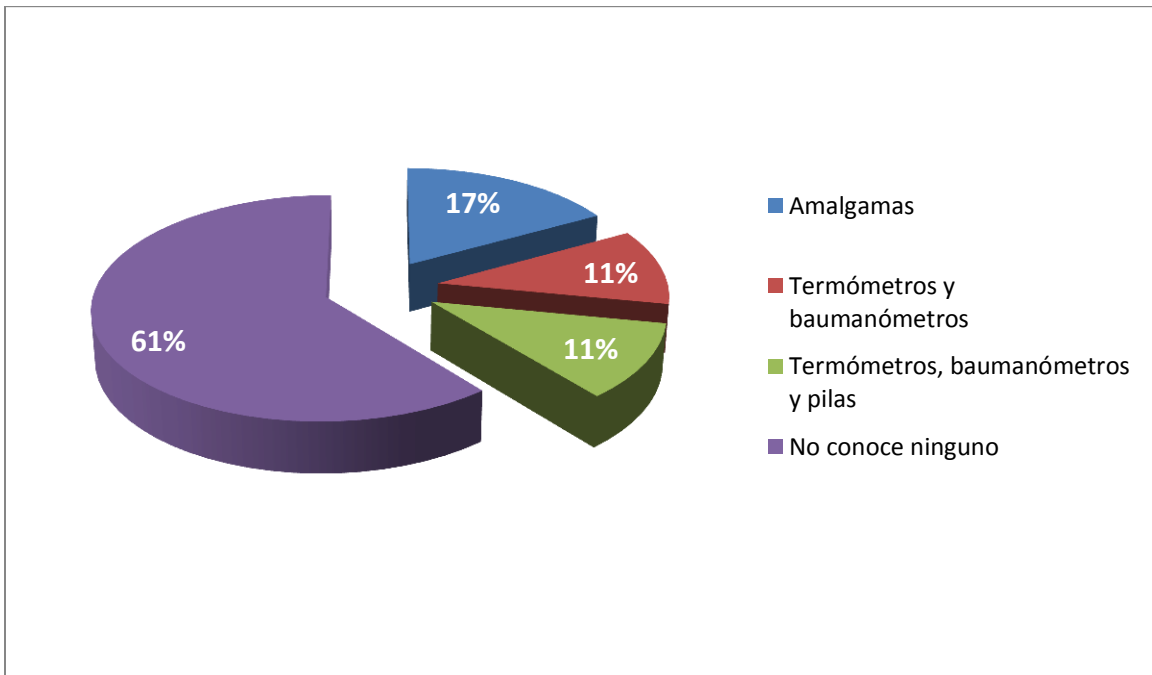
**Cuadro 4**

**Personal de un hospital de tercer nivel de atención de Toluca según conocimiento sobre algunas aplicaciones del mercurio en el trabajo de salud.**

<b>Aplicaciones del mercurio en el trabajo de salud</b>	<b>n</b>	<b>%</b>
Amalgamas	58	17
Termómetros y baumanómetros	39	11
Termómetros, baumanómetros y pilas	39	11
No conoce ninguno	214	61
Total	350	100

**Fuente: Cuestionario aplicado**

**Grafica 4**



**Fuente: Cuadro 4**

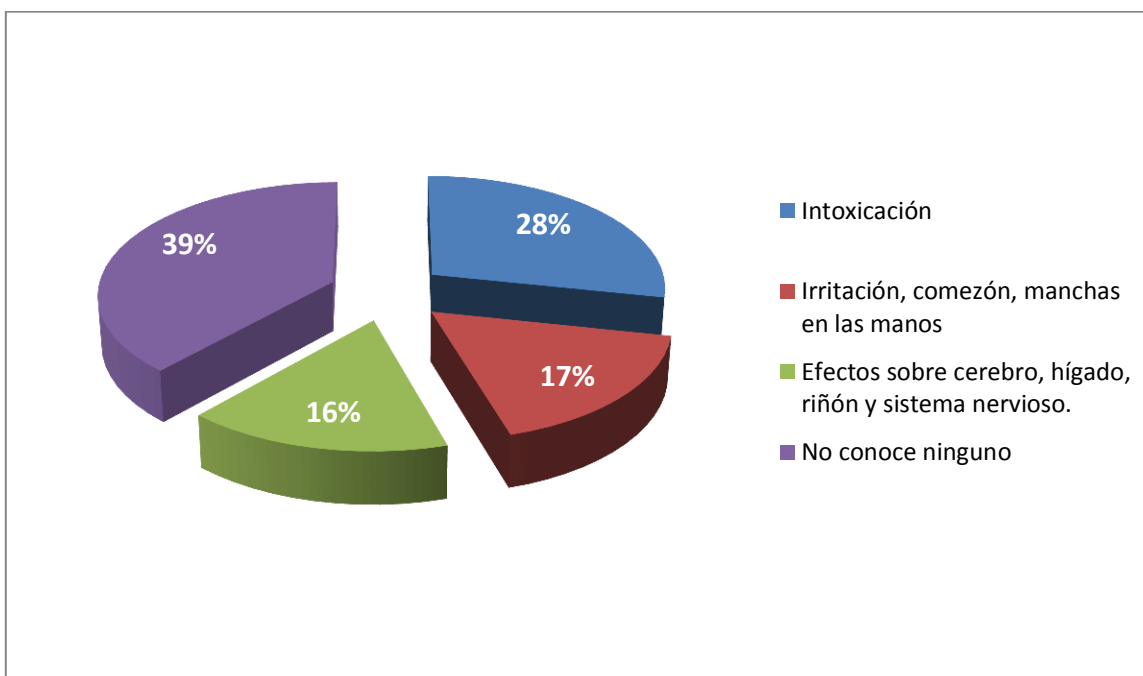
**Cuadro 5**

**Personal de un hospital de tercer nivel de atención de Toluca según conocimientos sobre efectos en la salud humana causados por el mercurio.**

<b>Diga algunos efectos sobre la salud humana causados por el mercurio</b>	<b>n</b>	<b>%</b>
Intoxicación	99	28
Irritación, comezón, manchas en las manos	60	17
Efectos sobre cerebro, hígado, riñón y sistema nervioso.	57	16
No conoce ninguno	134	39
Total	350	100

**Fuente: Cuestionario aplicado**

**Grafica 5**



**Fuente: Cuadro 5**

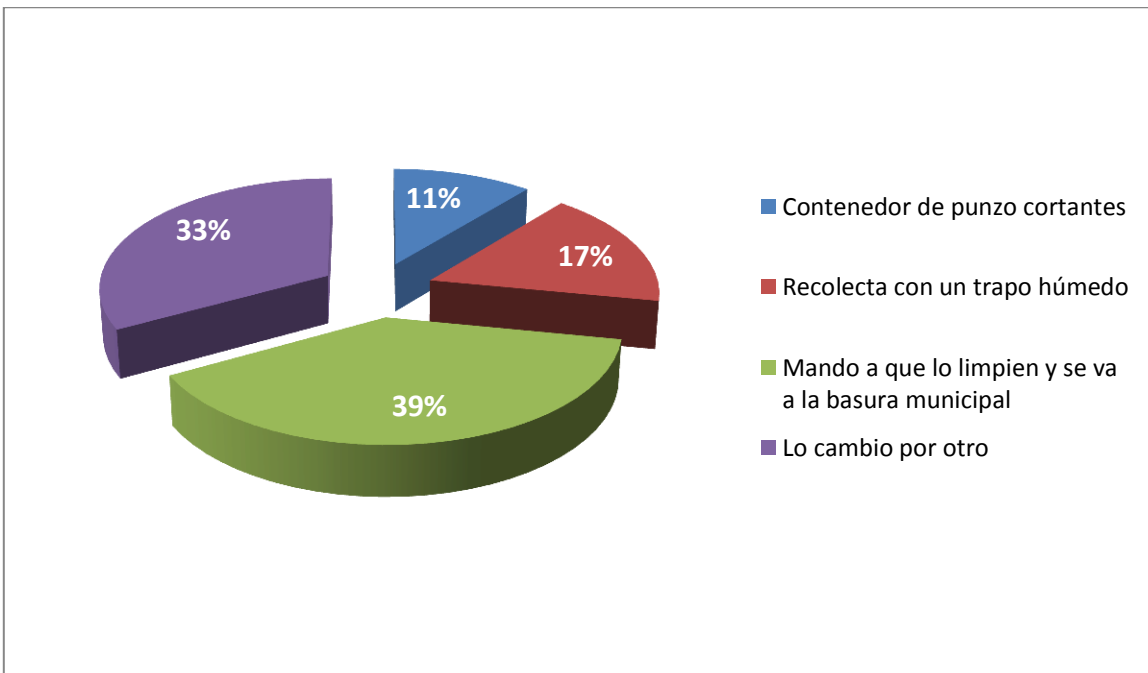
**Cuadro 6**

**Personal de un hospital de tercer nivel de atención de Toluca según acciones que realiza cuando se rompe un termómetro en su área de trabajo.**

<b>Acciones cuando se rompe un termómetro en su área de trabajo</b>	<b>n</b>	<b>%</b>
Contenedor de punzo cortantes	39	11
Recolecta con un trapo húmedo	60	17
Mando a que lo limpien y se va a la basura municipal	137	39
Lo cambio por otro	114	33
Total	350	100

**Fuente: Cuestionario aplicado**

**Grafica 6**



**Fuente: Cuadro 6**



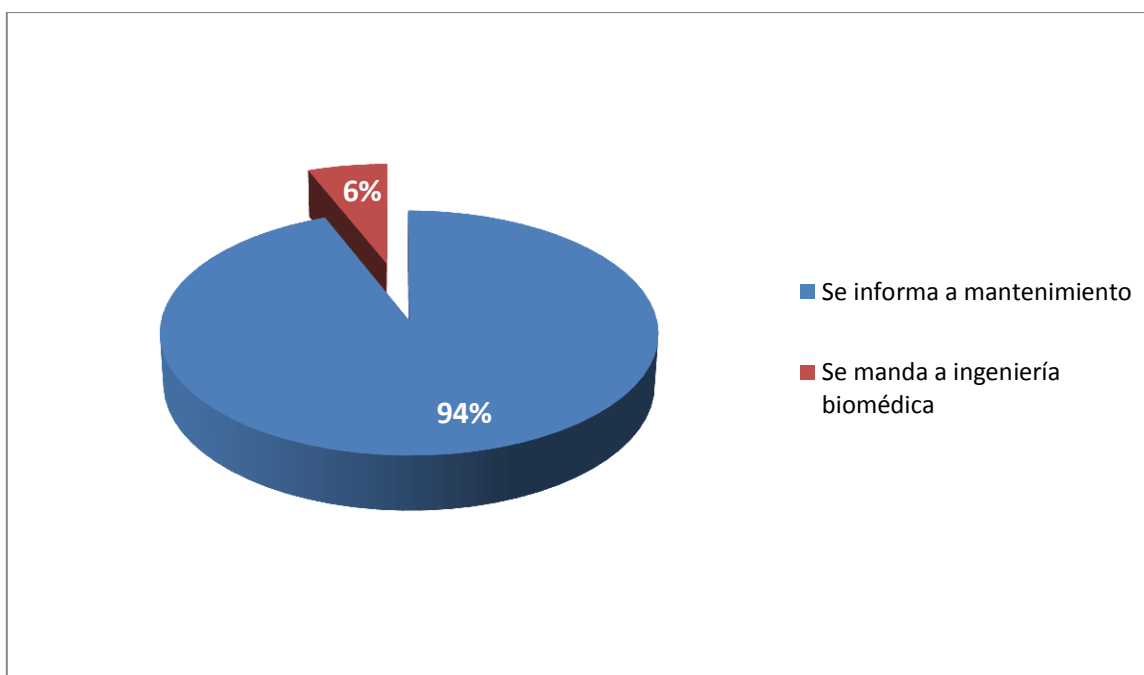
**Cuadro 7**

**Personal de un hospital de tercer nivel de atención de Toluca según acciones que se realizan cuando se rompe un baumanómetro en su área de trabajo.**

<b>Acciones cuando se rompe un baumanómetro en su área de trabajo</b>	<b>n</b>	<b>%</b>
Se informa a mantenimiento	330	94
Se manda a ingeniería biomédica	20	6
Total	350	100

**Fuente: Cuestionario aplicado**

**Grafica 7**



**Fuente: Cuadro 7**

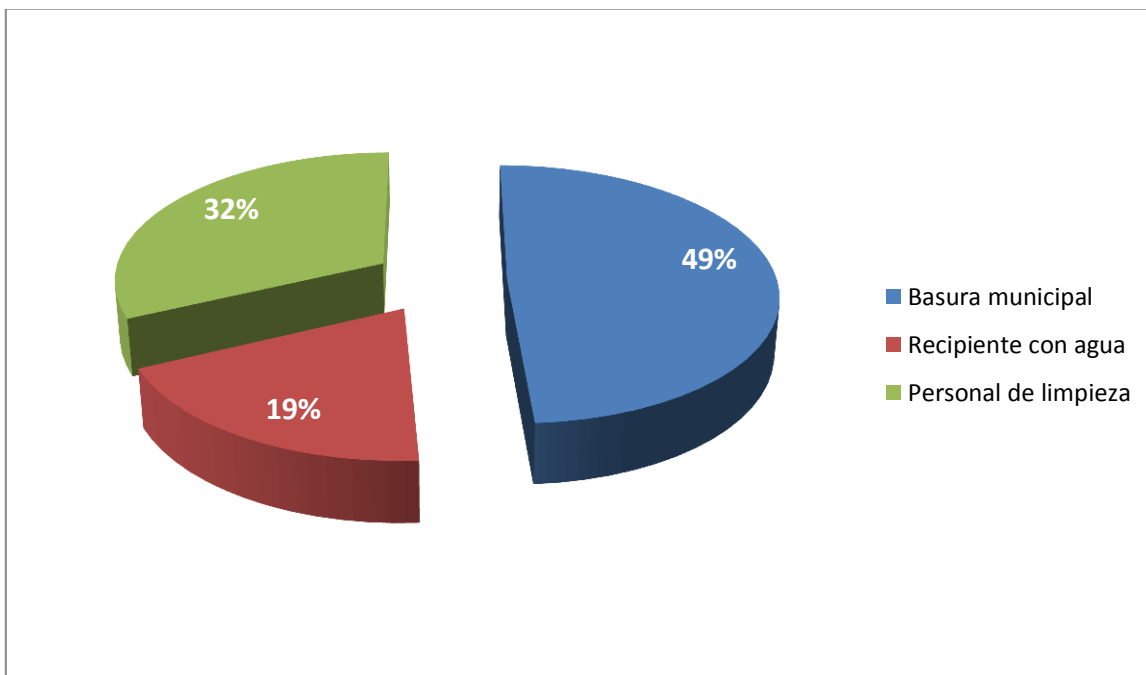
**Cuadro 8**

**Personal de un hospital de tercer nivel de atención de Toluca según que menciona formas en que se elimina el mercurio.**

<b>Destino</b>	<b>n</b>	<b>%</b>
Basura municipal	171	49
Recipiente con agua	67	19
Personal de limpieza	112	32
Total	350	100

**Fuente: Cuestionario aplicado**

**Grafica 7**



**Fuente: Cuadro 8**

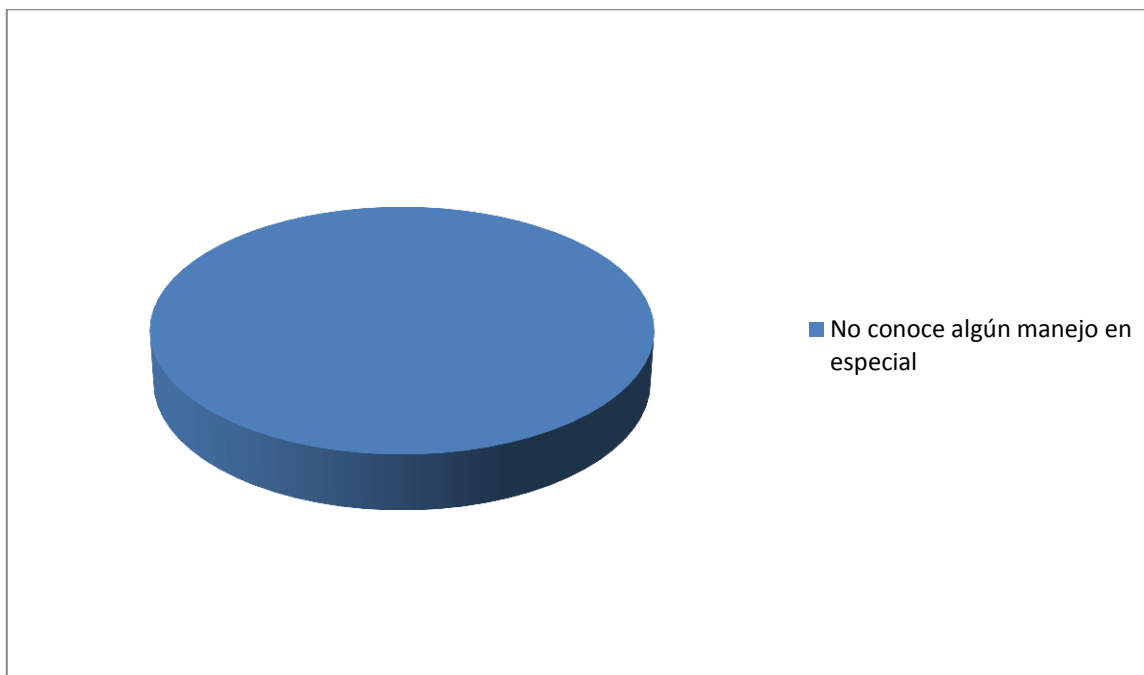
### Cuadro 9

Personal de un hospital de tercer nivel de atención de Toluca que cita un ejemplo del manejo especial que se le da a los residuos de mercurio.

Cite un ejemplo del manejo especial que se le da a los residuos de mercurio	n	%
No conoce algún manejo en especial	350	100
Total	350	100

Fuente: Cuestionario aplicado

### Grafica 9



Fuente: Cuadro 9

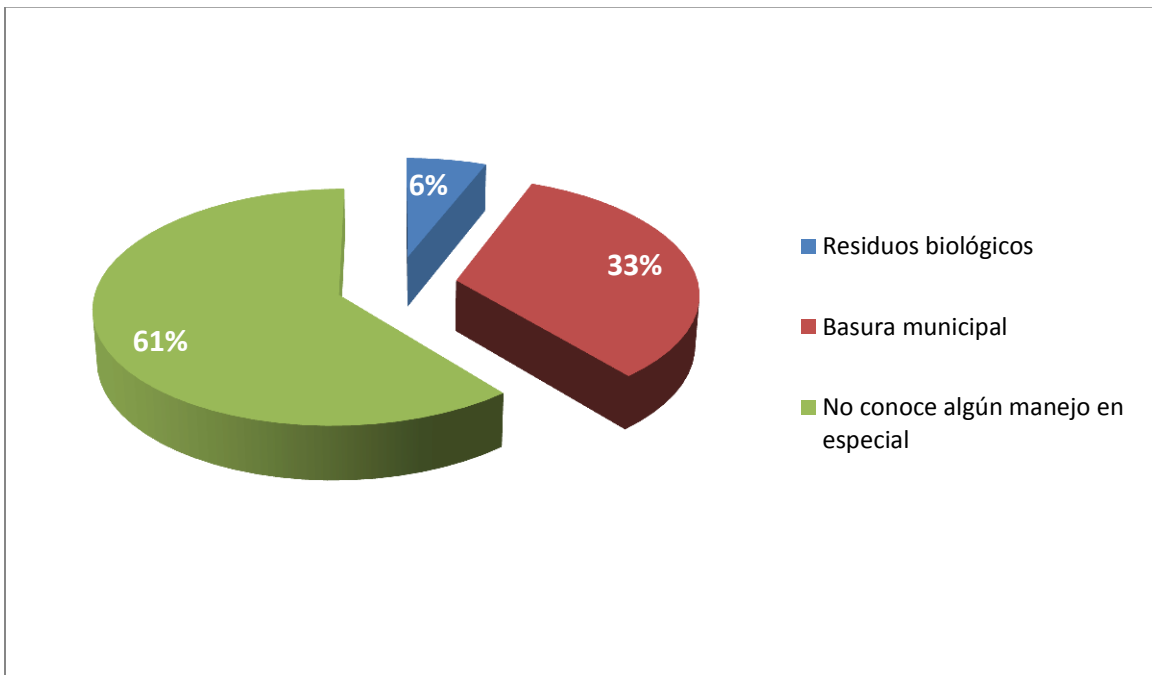
**Cuadro 10**

**Personal de un hospital de tercer nivel de atención de Toluca que menciona cual es el destino final del mercurio en el hospital.**

<b>Destino final del mercurio en el hospital</b>	<b>n</b>	<b>%</b>
Residuos biológicos	20	6
Basura municipal	115	33
No conoce algún manejo en especial	215	61
Total	350	100

**Fuente: Cuestionario aplicado**

**Grafica 10**



**Fuente: Cuadro 10**

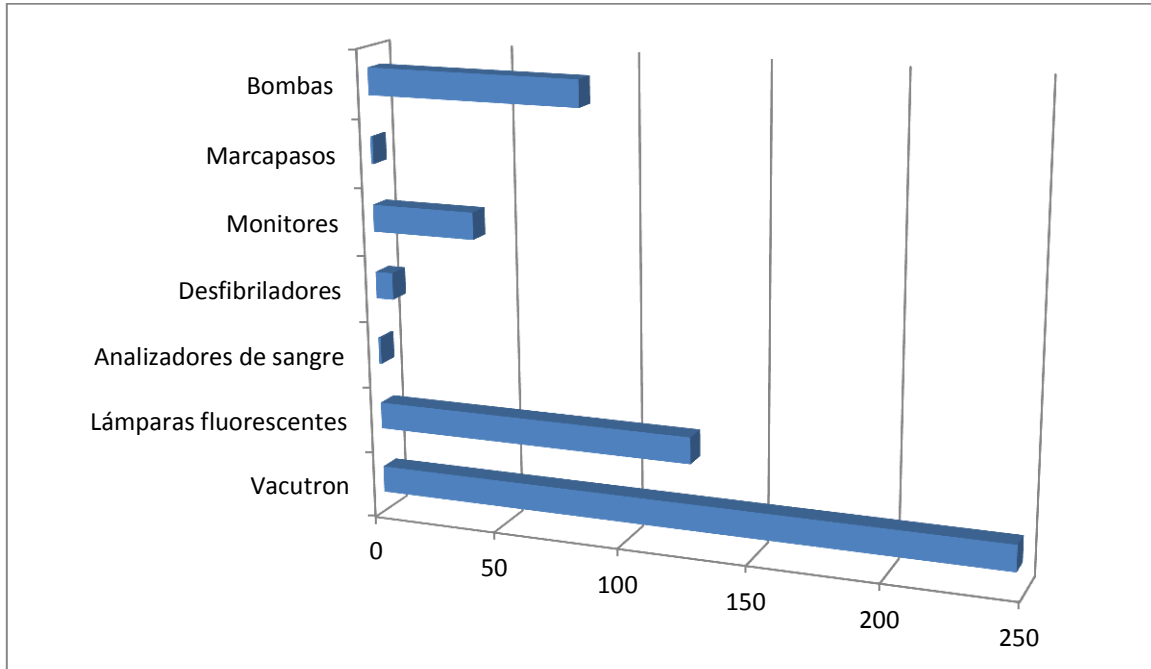
**Cuadro 11**

**Inventario de equipo hospitalario e instrumentos que contiene mercurio de un hospital de tercer nivel de atención de Toluca.**

<b>Equipo Hospitalario con Mercurio</b>	<b>URGENCIAS</b>	<b>CHOQUE</b>	<b>UCI</b>	<b>1° PISO</b>	<b>2° PISO</b>	<b>3° PISO</b>	<b>4° PISO</b>	<b>TOTAL</b>
Vacutron	30	5	12	50	50	50	50	247
Lámparas fluorescentes	3	3	24	24	24	24	24	126
<b>BATERÍAS EQUIPO MÉDICO</b>								
Analizadores de sangre	-	-	1	-	-	-	-	1
Desfibriladores	1	1	1	1	1	1	1	7
Monitores	-	5	12	6	6	6	6	41
Marcapasos	-	1		-	-	-	-	1
Bombas	3	21	20	10	10	10	10	84
<b>Total</b>	<b>37</b>	<b>36</b>	<b>70</b>	<b>91</b>	<b>91</b>	<b>91</b>	<b>91</b>	<b>507</b>

**Fuente: Concentrado de datos**

**Gráfica 11**



\*Mercurio contenido en baterías del equipo

**Fuente: Cuadro 11**

**Cuadro 12**

**Sustancias químicas de uso hospitalario que contienen mercurio de un hospital de tercer nivel de atención de Toluca.**

SUSTANCIAS CON MERCURIO	SERVICIO
	Laboratorio
Solución de Zenker	
Fijadores histológicos	*
Soluciones buffers	
Soluciones colorantes y conservantes	
Colorantes histológicos	*
Thimerosal, Immusal	*
Carbo-fuchina, tinción de Gram, fenilHg,	
Ácido acético, aluminio, hematoxilina, "solución A"	
Óxido de Hg (II)	
Cloruro de Hg (II)	*
Sulfato de Hg (II)	
Hg yodado	
Nitrato de Hg	
Test anti-fúngico	
Mercurocromo	
Test anti-bacteriano	*
Test anti-infeccioso	*
Test amónico	*
Test enzimático bacteriostático	*
Análisis colorimétrico de cloruros	
Hematoxilina Harris (óxido mercúrico)	
Diuréticos mercuriales	
Acetato fenólico mercúrico	

× Este formato se utilizara para inventariar laboratorio y patología

**Fuente: Concentrado de datos**

Nota aclaratoria: (\*) indica presencia de la misma en el laboratorio.

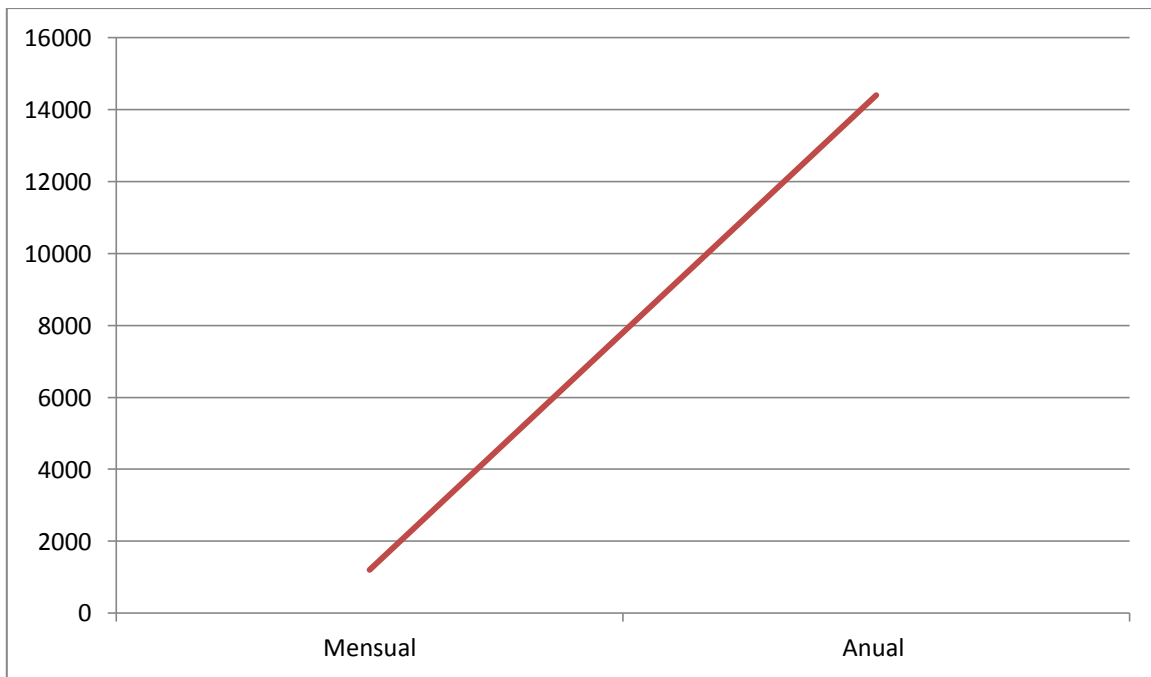
**Cuadro 13**

**Contaminación por mercurio generada por la ruptura de termómetros de un hospital de tercer nivel de atención de Toluca.**

	<b>No. Termómetros</b>	<b>g</b>
Mensual	1200	1200
Anual	14400	14400

**Fuente: Concentrado de datos**

**Grafica 13**



x Cada termómetro contiene 1 gramo de Mercurio

**Fuente: Cuadro 13**

## DISCUSIÓN

El sector de la salud está lejos de ser la principal fuente emisora de mercurio al medio ambiente, sin embargo, el sector de la salud juega un papel importante como una de las principales fuentes de demanda de mercurio y emisiones globales, así como causante de intoxicaciones tanto agudas como crónicas a niveles bajos de mercurio (Harvie, 2007)

Karliner nos menciona que los hospitales ejercen efectos significativos en la salud ambiental, tanto en las fases previas como posteriores a la prestación de servicios, a través de los recursos naturales y los productos que se consumen, así como de los residuos que se generan. Derivado a la investigación realizada se puede mencionar que los conocimientos que tiene el personal de salud de un hospital de tercer nivel de la ciudad de Toluca son prácticamente nulos, es decir, el personal antes citado no conoce qué es el mercurio, en qué se usa y mucho menos el peligro que representa para la salud humana, esto implica que la exposición, toxicidad y contaminación por este metal hacia el área de trabajo y medio ambiente sea un problema que requiere prioridad.

Tres cuartas partes de los encuestados consideran al mercurio como una sustancia peligrosa para la salud y el ambiente, sin embargo solo un tercio conocen a la vía respiratoria como una vía de exposición, la OMS y Valderas nos dicen que la exposición más común es por inhalación de vapores de mercurio líquido derivado de la ruptura de termómetros y baumanómetros. De acuerdo a la química del mercurio este es un metal líquido plateado altamente volátil, es decir que ante la presencia de oxígeno este comienza a oxidar y a emanar vapores según lo descrito por el ministerio de empleo y seguridad social España y la OMS.

Valderas escribió que la exposición de cualquier contaminante ambiental resulta tóxico para el ser humano, en el caso de este metal Ortega describe que no existe un nivel de exposición que sea seguro, se sabe que el ser humano no debería de tener mercurio en su organismo ya que este no tiene funciones fisiológicas



demostrado, dicho lo anterior los resultados descritos anteriormente nos dicen que solo una tercera parte del personal encuestado no conoce ningún efecto sobre la salud humana causada por este elemento.

La contaminación ambiental por este metal líquido está considerada dentro de las liberaciones antropogénicas actuales según PENUMA donde describe que estas liberaciones son causadas durante la producción, fugas, eliminación o incineración de desechos municipales u otras fuentes, del personal encuestado un 39% menciona que los residuos se limpiaban y se enviaban a la basura municipal para su eliminación, en base a esto Ortega nos dice que todos los residuos sanitarios que contengan Hg deben ser considerados como tóxicos peligrosos y manejarlos de forma separada. Salud sin mercurio y la OMS nos dan una guía para la limpieza de los pequeños derrames donde nos describen el protocolo que se debe llevar a cabo en el caso de la ruptura de termómetros o baumanómetros que contengan este metal y darle un adecuado manejo y eliminación.

Por último la OMS, Harvie y Karliner menciona que la ruptura de termómetros de mercurio, por si solos aporta aproximadamente 15 toneladas métricas anuales de mercurio a los rellenos sanitarios en los que se vierten desechos sólidos, en el hospital de tercer nivel de la ciudad de Toluca se calculó que un mes existía la ruptura de 1200 termómetros mensuales, que si lo multiplicamos por 12 meses del año nos da un total de 14,400 termómetros rotos durante todo el 2013. Si tenemos en cuenta que un termómetro posee 1gr de mercurio según Luz Elena Sanin, tenemos entonces que la contribución a la contaminación por mercurio de este hospital es de 14.4 kg en un año.

## CONCLUSIONES

El presente estudio permitió identificar los conocimientos que el personal de un Hospital de tercer nivel de atención de la ciudad de Toluca tiene sobre el mercurio y su uso, contestando a las preguntas de investigación planteadas y demostrando que los conocimientos sobre el mercurio son prácticamente nulos, que se desconoce desde qué es el mercurio, sus aplicaciones en el área de la salud y lo más importante, hay un desconocimiento absoluto de los riesgos que implica para la salud humana. La ignorancia acerca de los riesgos es causa de que el personal no se preocupe por un manejo adecuado de los residuos del mercurio y por el cuidado especial que se debe tener al manejar instrumentos que lo poseen. De la misma forma encontramos un riesgo elevadísimo en el área de laboratorio por la gran cantidad de sustancias que contienen mercurio y que se usan sin tomar en cuenta los riesgos. Dicho lo anterior hacemos énfasis que por la falta de conocimientos de este metal se ha realizado una inadecuada eliminación del mismo la cual se encuentra en los resultados donde se describe las formas en que el personal de salud elimina el mercurio por lo que nos permite cumplir el primer objetivo específico.

Cabe mencionar que también se identificaron las principales fuentes de exposición al mercurio en este hospital, mediante la realización del levantamiento de datos del inventario de los instrumentos y equipo, además del inventario de sustancias químicas de uso hospitalario que contengan este metal, con los datos obtenidos se cumplió el segundo objetivo general, segundo y tercer objetivo específico antes establecidos. Se demostró que la contaminación por mercurio generada por la ruptura de termómetros asciende a 1200 g mensual y 14400 g anuales de este metal, con el cumplimiento de los objetivos que se planteó este proyecto de investigación y quedando como antecedente de todo aquello que debe tomarse en cuenta para hacer algún día un hospital “libre de mercurio”.

Con todo lo anterior solo resta mencionar que nuestro estudio demuestra que queda muchísimo trabajo por delante para evitar que el riesgo al que se expone el

personal de salud continúe. Actualmente se está trabajando en diversos países y diversas organizaciones para limitar el riesgo que implica el uso de mercurio, como un ejemplo encontramos la organización “Salud Sin Daño”, cuya iniciativa se basa en el Documento de la Política de la OMS (2005): El Mercurio en el Cuidado de la Salud. Este documento orienta a países e instituciones sanitarias durante el proceso de reemplazo de los dispositivos médicos a base de mercurio por alternativas más seguras mediante el logro de medidas a corto, mediano y largo plazo.

## SUGERENCIAS

Derivado del desconocimiento de los riesgos que implica la exposición al mercurio, el inadecuado manejo de los aparatos que contengan este metal y del manejo de los residuos y eliminación del mismo se sugiere los siguientes puntos.

- A través del departamento de enseñanza del hospital dar a conocer el adecuado manejo de los aparatos que contengan mercurio, además del riesgo de exposición y la toxicidad de este metal mediante ponencias en sesiones dentro del área hospitalaria.
- Dar a conocer a todo el personal que tenga contacto con mercurio en su área de trabajo la Guía de limpieza de pequeños derrames mediante trípticos y carteles distribuidos en las diferentes áreas del hospital.
- Implementar en los servicios el kit de limpieza de pequeños derrames descrito en la guía en las diferentes áreas del hospital.

En cuanto a riesgo elevado que presenta el personal que labora en los laboratorios del hospital al interactuar constantemente con sustancias químicas que contiene mercurio se sugiere lo siguiente.

- Dar a los químicos y laboratoristas las medidas de protección personal necesarias durante la interacción con estos químicos.
- Instalar un sistema de aire acondicionado que permita la adecuada ventilación de las diferentes áreas de trabajo.
- A través del departamento de enseñanza del hospital dar a conocer el adecuado manejo de las sustancias químicas que contengan mercurio, además del riesgo de exposición y la toxicidad de este metal mediante ponencias en sesiones dentro del área hospitalaria.

Haciendo énfasis en la contaminación ambiental y de las áreas de trabajo se sugieren los siguientes puntos.

- Involucrar a los directivos y administrativos de la unidad hospitalaria en la campaña hospitales libres de mercurio liderada por la OMS y salud sin daño mediante la firma del acuerdo mundial que estas organizaciones promueven.
- Dar a conocer los beneficios del cambio de termómetros y baumanómetros con mercurio a nuevas alternativas de uso libres de este metal como lo son termómetros digitales y baumanómetros aneroides.
- Coordinar con recursos financieros y personal directivo la evaluación del costo beneficio del cambio de dispositivos con mercurio a dispositivos libres de este metal.

Con todo lo ya antes mencionado en este proyecto de investigación también nos dimos cuenta de la poca importancia que se le da al mercurio en el área de la educación profesional, ya que los estudiantes y futuros profesionistas de la salud no son instruidos acerca de los riesgos a los que se exponen en un hospital con respecto al mercurio, por lo tanto al ejercer posteriormente su profesión en prácticas clínicas, servicio social y futura vida laboral no tienen los cuidados necesarios y desconocen los cuidados mínimos al respecto, por lo que se sugiere contemplar dentro de los planes de estudio como tema parte de los riesgos ocupacionales a los que se enfrentarán día a día dentro de las áreas clínicas y en su labor diaria.

## FUENTES DE REFERENCIA

1. Bahcecik N, Ozturk H. The occupational safety and healthbin hospitals from the point of nurses. Coll Antropol 2009;33:1205-14.
2. Chaari N1, Kerkeni A, Saadeddine S, Neffati F, Khalfallah T, Akrouit M. Mercury impregnation in dentists and dental assistants in Monastir city, Tunisia Rev Stomatol Chir Maxillofac. 2009 Jun;110(3):139-44. doi: 10.1016/j.stomax.2009.01.008. Epub 2009 May 5.
3. El mercurio en el Sector Salud. Organización Mundial de la Salud, 2005. WHO/SDE/WSH/05.08.
4. Environmental Working Group (EWG). Nurses' Health and Workplace Exposures to Hazardous Substances [displayed 19 September 2011]. Available at [http://www.ewg.org/sites/nurse\\_survey/analysis/summary.php](http://www.ewg.org/sites/nurse_survey/analysis/summary.php)
5. Farahat SA, Rashed LA, Zawilla NH, Farouk SM. Effect of occupational exposure to elemental mercury in the amalgam on thymulin hormone production among dental staff. Toxicol Ind Health. 2009 Apr;25(3):159-67. doi: 10.1177/0748233709105270.
6. Harvie J., Karliner J. El fin de una Era. La eliminación gradual de los esfigmomanómetros con mercurio en los Estados Unidos y sus implicancias para Europa y el resto del mundo. Salud sin Daño.2008.
7. Harvie J., Karliner J., Movimiento mundial para el cuidado de la salud libre de mercurio. Octubre de 2007. Salud sin Daño. P.p. 50.
8. Herramienta para Eliminar el Mercurio en un establecimiento de salud. Salud sin Daño. Buenos Aires, Argentina. [www.saludsindanio.org](http://www.saludsindanio.org) Accessed (15/02/2016).
9. Informe de Conferencia. Primer conferencia latinoamericana sobre la Eliminación del Mercurio en el Cuidado de la Salud. Argentina. 2006. p.p. 8-9. [www.saludsinmercurio.org](http://www.saludsinmercurio.org) Accessed (15/02/2016).

10. Janev Holcer N, Maričević M, Miočić-Juran A. The use of mercury-based medical devices across Croatian healthcare facilities. *Arh Hig Rada Toksikol.* 2012 Mar;63(1):41-7. doi: 10.2478/10004-1254-63-2012-216
11. Karliner J, Guenther R. Un marco integral de salud ambiental para los hospitales y los sistemas de salud de todo el mundo. *Agenda Global para Hospitales Verdes y Saludables. Salud sin daño.* 2011 p.p. 2-11.
12. Ministerio de trabajo y asuntos sociales España. Fichas Internacionales de Seguridad Química. Mercurio. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene. CCE, IPCS, 1994
13. Naimi-Akbar A, et al. Cognitive function among sons of women who worked in dentistry. *Work Environ Health.* 2012 Nov;38(6):546-52. doi: 10.5271/sjweh.3279. Epub 2012 Feb 10.
14. Organización Mundial de la Salud. Posición de la Organización Mundial de la Salud sobre el Mercurio en el sector de la Salud. (2005). Available from URL: [www.who.int/entity/water\\_sanitation\\_health/medicalwaste/mercurypolpaper.pdf](http://www.who.int/entity/water_sanitation_health/medicalwaste/mercurypolpaper.pdf). Accessed (15/02/2016).
15. Organización Mundial de la Salud. Posición de la Organización Mundial de la Salud sobre el Mercurio en el Sector de la Salud. (2005) Available from URL: [www.who.int/entity/water\\_sanitation\\_health/medicalwaste/mercurypolpaper.pdf](http://www.who.int/entity/water_sanitation_health/medicalwaste/mercurypolpaper.pdf). Accessed (15/02/2016).
16. Ortega JA, Ferris J, López JA, Marco A, García J, Cánovas A, Orti A, et al. Hospitales sostenibles (II). Mercurio: exposición pediátrica. Efectos adversos en la salud humana y medidas preventivas. *Rev Esp Pediatr.* 2003;59(3):274-291.
17. Palacios N, et al. A Prospective Analysis of Airborne Metal Exposures and Risk of Parkinson Disease in the Nurses Health Study Cohort. *Environ Health Perspect.* 2014 Jun 6.
18. Partes L. Convenio de Minamata sobre el mercurio. 2014
19. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente PNUMA Productos Químicos “*Evaluación mundial sobre el mercurio*”, Ginebra, Suiza, 303 pp. Dic 2002.

20. Ramírez JAA, Castro JD, Alatorre RE. Diagnóstico del Mercurio en México. México. Secretaria de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca; 2000. (Nombre de la serie identificadora del informe): (Numero de la serie identificadora del informe).
21. Salud sin Daño. Hacia un sector salud que promueva ambientes saludables para todos. Guía para la eliminación del mercurio en establecimientos de salud. 2010. Available from URL: [www.saludsindanio.org](http://www.saludsindanio.org). Accessed (02/02/2016).
22. Salud sin Daño. Red Global de Hospitales Verdes y Saludables. Guía para la sustitución de químicos peligrosos en el sector salud. 2014. Available from URL: [www.saludsindanio.org](http://www.saludsindanio.org). Accessed (02/02/2016).
23. Salud sin Daño. Campaña para el Cuidado de la Salud Ambientalmente Responsable. Limpieza de pequeños derrames de mercurio. Available from URL: [www.saludsindanio.org](http://www.saludsindanio.org) Accessed (11/08/2016).
24. Sattler B1, Randall KS, Choiniere D. Reducing hazardous chemical exposures in the neonatal intensive care unit: a new role for nurses. Crit Care Nurs Q. 2012 Jan-Mar;35(1):102-12. doi: 10.1097/CNQ.0b013e31823b2084.
25. Svendsen K1, Syversen T, Melø I, Hilt B. Historical exposure to mercury among Norwegian dental personnel. Scand J Work Environ Health. 2010 May;36(3):231-41. Epub 2009 Dec 1.
26. Toward the Tipping Point: WHO-HCWH Global Initiative to Substitute Mercury-Based Medical Devices in Health Care. A Two-Year Progress Report [displayed 7 September 2011]. Available at [http://www.noharm.org/lib/downloads/mercury/Toward the Tipping Point.pdf](http://www.noharm.org/lib/downloads/mercury/Toward_the_Tipping_Point.pdf)
27. UNEP. Estudio piloto sobre Mercurio en salud realizado en el hospital Universitario. Uruguay, 2011.
28. Valderas J.J., Mejias M.E., Riquelme J., et.al. Intoxicación familiar por mercurio elemental. Caso clínico, Rev Chil Pediatr 2013; 84 (1): 72-79



## ANEXOS

### ANEXO 1

#### FORMATO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO: CONOCIMIENTO RELACIONADO AL MERCURIO DEL PERSONAL DEL HOSPITAL

##### PARTE I

##### INFORMACIÓN PARA EL O LA PARTICIPANTES: A PROPÓSITO DEL ESTUDIO

###### A. PROPÓSITO DEL ESTUDIO

Se le invita a participar en un estudio, cuyo propósito es identificar las fuentes de exposición, manejo y eliminación de mercurio en un hospital de tercer nivel de la Ciudad de Toluca.

###### B. METODOLOGÍA DEL ESTUDIO

Si usted acepta participar, se le aplicará una entrevista en la cual se indagará sus conocimientos relacionados con mercurio.

La información se mantendrá de forma estricta confidencial. Cuando dichos datos se utilicen en reportes científicos, serán resumidos de forma, que no aparecerán algún nombre o forma alternativa de su identificación.

###### C. RIESGOS Y MOLESTIAS POTENCIALES

No existe riesgo en la aplicación del cuestionario debido a que no se registra el nombre del trabajador

###### D. BENEFICIOS POTENCIALES

Se establecerá un programa para la sustitución y eliminación de mercurio.

###### E. ALTERNATIVAS DE PARTICIPACIÓN

No participación

##### PARTE II. A

##### HOJA DE INFORMACIÓN PARA LOS PARTICIPANTES VOLUNTARIOS, QUIEN NO RECIBIRÁ NINGÚN BENEFICIO DIRECTO DE LA INVESTIGACIÓN

La participación en este estudio es voluntaria, si usted decide no participar, no sufrirá ninguna penalización o pérdida de algún beneficio (que de otra forma hubiera recibido) debido a su decisión. Su decisión de retirarse del estudio una vez que haya aceptado participar no le afectará.

##### PARTE II. B

##### AUTORIZACIÓN DE LOS PARTICIPANTES VOLUNTARIOS QUIEN NO ESPERAN OBTENER NINGÚN BENEFICIO DIRECTO

---

NOMBRE DE LA PARTICIPANTES

---

FOLIO

1. Acepto voluntariamente participar en el proyecto de investigación que se lleva a cabo la supervisión de la M.C.S. Isabel Álvarez Solorza maestra de tiempo completo de la Facultad de Enfermería y Obstetricia de la UAEM. Que involucra el siguiente procedimiento:

Aplicación de cuestionarios en el cual se indagará conocimientos acerca de RPBI y Mercurio.

1. Entiendo que este estudio no representa ningún beneficio directo para mí.
2. Entiendo que las responsables del proyecto me han explicado de forma satisfactoria. De manera tal que se obtengan los datos adecuados que permitan la efectividad de este estudio.
3. Entiendo que soy libre de retirar la autorización y finalizar la participación.
4. Otorgo este consentimiento como una contribución voluntaria a la investigación.
5. Confirмо que leí esta autorización y que todos los espacios por completar, fueron adecuadamente llenados antes de firmar.

Participante: \_\_\_\_\_ Autorizado: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_  
Nombre Firma

6. Confirмо que he leído adecuadamente la información al participante

Testigo: \_\_\_\_\_ Firma: \_\_\_\_\_  
Dirección: \_\_\_\_\_  
Calle y número Ciudad  
\_\_\_\_\_  
Estado Código postal

Yo le he explicado completamente al voluntario la naturaleza y objetivos del proyecto de investigación anteriormente mencionados (incluyendo el hecho de que el estudio no resultará en ningún beneficio terapéutico directo). Yo pienso que los participantes entienden la naturaleza, propósito y riesgos de este estudio. Yo me he ofrecido a dar respuestas completas a cualquier pregunta relacionada con el estudio.

\_\_\_\_\_  
Firma del investigador principal Fecha  
\_\_\_\_\_  
Nombre Clave

## ANEXO 2

### HOSPITAL DE TERCER NIVEL DE LA CIUDAD DE TOLUCA CUESTIONARIO SOBRE CONOCIMIENTOS DE MERCURIO

Este cuestionario forma parte de un programa para la disminución y eliminación de Mercurio. Sus respuestas serán tratadas en forma confidencial y anónima. **Gracias por su colaboración.**

#### INFORMACIÓN GENERAL

1. Sexo: Mujer ( ) Hombre ( )

2. Edad: (años cumplidos): \_\_\_\_\_

3. Profesión:

Médico General ( )

Enfermera General ( )

Médico Especialista ( )

Especifique:

\_\_\_\_\_

Enfermera Especialista ( )

Especifique:

\_\_\_\_\_

Otro ( )

Especifique:

\_\_\_\_\_

4. Puesto que ocupa: \_\_\_\_\_ 4. Área de trabajo: \_\_\_\_\_

5. En que turno labora: Primero ( ) Segundo ( ) Tercero ( ) Especial ( )

6. Antigüedad laboral: \_\_\_\_\_

INSTRUCCIONES: A continuación se presentan una serie de declaraciones en las cuales señalara con una "X" la que elija:

		Si	No	No sé
1.-	¿Conoce alguna norma que regule el manejo de mercurio?			
2.-	¿Considera que el mercurio es un metal peligroso para la salud y el medio ambiente?			
3.-	La vía de exposición de mercurio es la respiratoria			
4.-	¿El uso y manejo de los equipos a base de mercurio requiere cuidados especiales?			
5.-	¿Durante su formación le enseñaron algo relacionado con el mercurio?			
6.-	¿Ha recibido capacitación para el manejo y cuidado de equipo médico con base de mercurio?			

7. ¿Qué es el mercurio?

---

8. Describa algunos usos del mercurio:

---

---

9. Mencione algunas aplicaciones del mercurio en el trabajo de salud:

---

---

10. Diga algunos efectos sobre la salud humana causados por el mercurio:

---

---

11. ¿Cuando se rompe un termómetro en su área de trabajo describa qué es lo que se hace al respecto?

---

---

12. ¿Cuando se descompone un esfigmomanómetro es su lugar de trabajo qué se hace al respecto?

---

---

13. Cite un ejemplo del manejo especial que se le da a los residuos de mercurio:

---

---

14. ¿Cuál es el destino final del mercurio en el hospital?

---

---

**ANEXO 3**  
**FORMATO PARA INVENTARIO DE EQUIPO HOSPITALARIO QUE CONTIENE MERCURIO**

UTENSILIOS CON MERCURIO	SERVICIOS								
<b>Esfigmomanómetros</b>									
Manómetros									
Barómetros									
Manómetros									
Vacuómetros									
<b>Tubos gastrointestinales</b>									
Cantor									
Dilatadores esofágicos									
Alimentación									
Miller-Abbott									
<b>Lámparas</b>									
Fluorescentes									
Germicidas									
Alta presión de sodio									
Vapor de Hg haluro metálico									
Ultravioleta									
Tubo de rayo catódico									
<b>Pilas/Baterías (Uso médico)</b>									
Alarmas									
Analizadores de sangre									
Desfibriladores									
Audífonos									
Monitores									
Marcapasos									
Bombas									

Ultrasonidos									
Ventiladores									
<b>Pilas baterías (empleos no médicos)</b>									

**ANEXO 3.1 FORMATO PARA INVENTARIO DE COMPUESTOS QUÍMICOS DE LABORATORIO CON HG QUE CONTIENE MERCURIO**

SUSTANCIAS CON MERCURIO	SERVICIO <sup>x</sup>	
Solución de Zenker		
Fijadores histológicos		
Soluciones buffers		
Soluciones colorantes y conservantes		
Colorantes histológicos		
Thimerosal, Immusal		
Carbo-fuchina, tinción de Gram, fenilHg,		
Ácido acético, aluminio, hematoxilina, "solución A"		
Óxido de Hg (II)		
Cloruro de Hg (II)		
Sulfato de Hg (II)		
Hg yodado		
Nitrato de Hg		
Test anti-fúngico		
Mercurocromo		
Test anti-bacteriano		
Test anti-infeccioso		
Test amónico		
Test enzimático bacteriostático		
Análisis colorimétrico de cloruros		
Hematoxilina Harris (óxido mercúrico)		
Diuréticos mercuriales		
Acetato fenólico mercúrico		

<sup>x</sup> Este formato se utilizará para el inventario de laboratorio y patología



**8.11 Carta de Cesión de Derechos de Autor: Evaluación Profesional**

Facultad de Enfermería y Obstetricia  
Subdirección Académica  
Departamento de Evaluación Profesional



Versión Vigente No. 00

Fecha: 22/05/2014

**CARTA DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR**

El que suscribe **Alejandro González Jaimes** Autor(es) del trabajo escrito de evaluación profesional en la opción de **Tesis** con el título **Conocimiento de mercurio en el personal de salud de un hospital de tercer nivel de Toluca**, por medio de la presente con fundamento en lo dispuesto en los artículos 5, 18, 24, 25, 27, 30, 32 y 148 de la Ley Federal de Derechos de Autor, así como los artículos 35 y 36 fracción II de la Ley de la Universidad Autónoma del Estado de México; manifiesto mi autoría y originalidad de la obra mencionada que se presentó en la **Facultad de Enfermería y Obstetricia** para ser evaluada con el fin de obtener el Título Profesional de **Licenciado en Enfermería**.

Así mismo expreso mi conformidad de ceder los derechos de reproducción, difusión y circulación de esta obra, en forma **NO EXCLUSIVA**, a la Universidad Autónoma del Estado de México; se podrá realizar a nivel nacional e internacional, de manera parcial o total a través de cualquier medio de información que sea susceptible para ello, en una o varias ocasiones, así como en cualquier soporte documental, todo ello siempre y cuando sus fines sean académicos, humanísticos, tecnológicos, históricos, artísticos, sociales, científicos u otra manifestación de la cultura.

Entendiendo que dicha cesión no genera obligación alguna para la Universidad Autónoma del Estado de México y que podrá o no ejercer los derechos cedidos.

Por lo que el autor da su consentimiento para la publicación de su trabajo escrito de evaluación profesional.

Se firma presente en la ciudad de **Toluca, Estado de Mexico**, a los **24** días del mes de **Agosto** de 2016.

Alejandro González Jaimes

Nombre y firma de conformidad