

Cal. 2009 A

077584811

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS DE LA SALUD

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS

MAESTRÍA EN CIENCIAS DE LA SALUD AMBIENTAL



**ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO DEL REEMPLAZO DE LA TERMOMETRÍA
EN EL HOSPITAL CIVIL DE GUADALAJARA FRAY ANTONIO ALCALDE**

TESIS PROFESIONAL

PARA OBTENER EL GRADO DE

MAESTRÍA EN CIENCIAS DE LA SALUD AMBIENTAL

PRESENTA

AIDA TERESA SEGOVIA PEÑÚÑURI

LAS AGUJAS, ZAPOPAN, JALISCO, JUNIO DEL 2011

TITULO:

ANALISIS COSTO-BENEFICIO DEL REPLAZO DE LA TERMOMETRÍA EN EL
HOSPITAL CIVIL DE GUADALAJARA FRAY ANTONIO ALCALDE

DIRECTOR
DR. FELIPE LOZANO KASTEN

CO-DIRECTOR
DR. ALFREDO FERIA VELASCO

ASESORES:

DRA. RUTH DE CELIS CARRILLO
DR. ARTURO CURIEL BALLESTEROS
DRA. TERESA DE JESÚS PÉREZ PATIÑO



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias
Centro Universitario de Ciencias de la Salud
MAESTRÍA EN CIENCIAS DE LA SALUD AMBIENTAL

**COMITÉ DE TESIS
PRESENTE:**

Por medio de la presente nos permitimos informar a Usted(es), que habiendo revisado el trabajo de Tesis que realizó el (la) pasante:

AIDA TERESA SEGOVIA PEÑÚNURI

Con el título:
“ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO DEL REPLAZO DE LA TERMOMETRÍA EN EL HOSPITAL CIVIL DE GUADALAJARA FRAY ANTONIO ALCALDE.”

Manifestamos que ha quedado debidamente concluido, por lo que ponemos a su consideración el escrito final para autorización de impresión y en su caso programación de fecha de presentación y defensa del mismo.

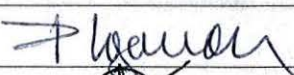
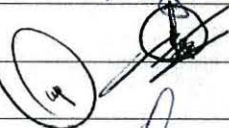
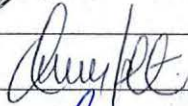
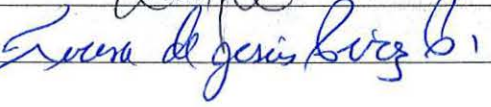
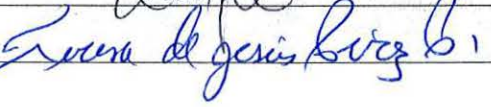
Sin otro particular, agradecemos de antemano la atención que se sirva brindar a la presente y aprovechamos la ocasión para enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE
Las Agujas, Zapopan, Jal. a 20 de junio del 2011


DR. FELIPE DE JESÚS LOZANO KASTEN
Director del Trabajo de Tesis


DR. ALFREDO FERIA VELASCO
Co-Director del Trabajo de Tesis


AIDA TERESA SEGOVIA PEÑÚNURI
Alumno

SINODALES	FIRMA
Dr. Felipe de Jesús Lozano Kasten (Director de tesis)	
Dr. Alfredo Feria Velasco (Co-Director de tesis)	
Dr. Arturo Curiel Ballesteros	
Dra. Ruth de Celis Carillo	
Dra. Teresa de Jesús Pérez Patiño (Suplente)	

INDICE

Asesores	4
Agradecimientos	5
Resumen	6
Introducción	7
Justificación	12
Marco Teórico	19
Objetivos del Proyecto	29
Preguntas de investigación	30
Metodología	31
Materiales y Métodos	33
Resultados	35
Discusión	39
Conclusiones	47
Anexo 1	49
Anexo 2	56
Bibliografía	59

AGRADECIMIENTOS

A DIOS por sobre todas las cosas.

Al pueblo de Jalisco que contribuyó con el pago de mis estudios.

A la Universidad de Guadalajara que me dio todas las condiciones favorables para seguir estudiando.

A los profesores del programa, mi director de tesis, mi Co-Director, mis asesores por la paciencia y entrega que mostraron siempre conmigo.

Especial agradecimiento al Dr. Eusebio Angulo Castellanos y a las enfermeras y enfermeros del Hospital Civil de Guadalajara Fray Antoni Alcalde, sin cuya colaboración y entusiasta apoyo este proyecto no hubiera sido posible realizarlo.

A Adrián y Diego Adrián mis razones para todo.

IN MEMEORIAN

A Samuel y María Luisa, mis padres.

RESUMEN

Un ambiente sano contribuye a la buena salud de la población que lo habita. En el caso de los hospitales este principio cobra significativa importancia. Los hospitales, para cumplir con su función integralmente, deben ser lugares donde se pueda recuperar la salud sin riesgo de sufrir daños, sin embargo para lograr este fin, actualmente los hospitales deben enfrentarse a criterios de mercado al asignar el uso de sus recursos humanos, económicos y de cualquier tipo.

Este multidisciplinario trabajo aporta un novedoso uso de las técnicas económicas para la valoración ambiental al usar el Análisis Costo-Beneficio desde la perspectiva de la Ingeniería Económica para explorar la factibilidad de obtener un beneficio ambiental y económico al sustituir los termómetros de mercurio por sus homólogos que no lo contienen, respetando o mejorando los márgenes de exactitud en las mediciones de la temperatura corporal, el cuidado y la protección de la higiene del paciente, así como, la protección de la salud de los pacientes, el personal que labora en el hospital y todos los demás visitantes del lugar, y por supuesto procurando una mejoría en la calidad del ambiente en todas las áreas del Hospital Civil de Guadalajara Fray Antonio Alcalde.

INTRODUCCIÓN

El mercurio es un metal que se encuentra en la naturaleza y es el único que es líquido a temperatura ambiente, su color es gris plateado brillante, inodoro, mucho más pesado que el agua, a temperatura ambiente se evapora fácilmente debido a su gran volatilidad, y además, tiende a permanecer en la atmósfera hasta por un año. Este metal se libera al medio ambiente por fuentes naturales (volcanes y cuerpos de agua), por la ruptura de instrumentos médicos, incineración y eliminación inadecuada de residuos hospitalarios e industriales. Una vez que está en la atmósfera, uno de los caminos que sigue es que al llegar al suelo por lluvias y por escorrentías a los ríos, rápidamente se fija a proteínas de algas, plancton, y otros microorganismos inferiores.

Mediante procesos de biomagnificación y bioacumulación alcanza altas concentraciones en los peces que se alimentan de estos microorganismos, los que luego se transfieren a los seres humanos a través de la cadena alimenticia (Horada, Et al., 1998). El metilmercurio, una de las formas más tóxicas conocidas, se disuelve fácilmente en la grasa y en el caso de tratarse de una mujer embarazada, el metilmercurio es capaz de atravesar la barrera hemato-encefálica y la placenta. Señalar esto es importante porque este componente químico tiene un reconocido potencial mutágeno y teratógeno, por lo que ha sido incluido en la lista de sustancias que provocan diversos padecimientos y que afectan el embarazo. Otro camino que puede seguir para introducirse en el cuerpo humano – principalmente en su estado de vapor- es por la piel y las vías respiratorias (EPA, 1997), esta última característica es particularmente importante para nuestro estudio.

El mercurio en estado natural no es tóxico, pero sí lo son las diversas formas que puede adoptar bien en la naturaleza o bien como consecuencia de procesos industriales o de transformación. Según se desprende de la extensa

bibliografía existente acerca de este metal pesado, los polvos y vapores de mercurio se reabsorben casi completamente por vía pulmonar.

Las sales de mercurio producen lesiones en la piel y en las mucosas (EPA, 1997). Los vapores de mercurio inhalados pueden causar la muerte; si se absorbe a través de la piel, puede causar lesiones. El mercurio metálico tiene consecuencias por inhalación que pueden derivar en encefalitis y neumonitis. El cloruro de mercurio se utiliza como desinfectante y su mal uso puede provocar quemaduras de piel, irritación de mucosas y eczemas de contacto. Los principales usos del metal son en termómetros, barómetros, vacunas, termóstatos, pilas, fungicidas, laxantes, tatuajes, algunos cosméticos, conservantes de madera y tensiómetros.

En caso de baja pero continua exposición puede producir problemas en la capacidad de aprender o retener información. Si durante los primeros tres meses de embarazo la madre está expuesta a través del consumo de pescado contaminado o por la inhalación de los gases tóxicos, es posible que el bebé, tenga riesgo de padecer, parálisis flácida o retraso en su desarrollo físico e intelectual (WHO/UNEP,2010). El mercurio es un material muy tóxico y peligroso y el costo económico para eliminar y tratar los materiales contaminados supera considerablemente el presupuesto para adquirir alternativas libres de mercurio.

Para el adulto se considera que, con menos de 50 microgramos por gramo ($\mu\text{g/g}$) de mercurio capilar (índice que refleja la concentración de mercurio en sangre; de más fácil empleo, este indicador es el que se utiliza en la mayoría de los estudios), no hay problema alguno, pero desde la década de 1980 la OMS se ha venido preocupando especialmente por el riesgo que corren los niños y más aún el feto cuyo sistema nervioso está en pleno desarrollo y por tanto, tienen una sensibilidad de cinco a diez veces superior a la del adulto. En el estado actual del conocimiento, la OMS indica que pueden producirse retrasos

de desarrollo en el niño a niveles maternos de mercurio capilar de 10 a 20 $\mu\text{g/g}$.

Los niños de muy corta edad son más sensibles a los efectos del mercurio que los adultos. Los niños de 5 años de edad y menores se consideran particularmente sensibles a los efectos del mercurio en el sistema nervioso, porque su sistema nervioso central todavía está en desarrollo.

Algunos niños expuestos a altos niveles de vapor de mercurio contraen una afección reversible conocida como acrodinia (Horovitz, Et.al.; 2007). En tales casos, las palmas de las manos y plantas de los pies a menudo se tornan enrojecidas y tiernas, antes de comenzar a pelarse. Los niños con esta afección también pueden mostrar cambios de humor, aumento en irritabilidad, dificultad al dormir y dolores musculares o de las articulaciones. Los niveles de exposición que son lo suficientemente altos como para causar acrodinia, también pueden causar tos o dolor en el área del pecho. Por lo general, este padecimiento está asociado, aunque no siempre, a concentraciones de mercurio en la orina de 100 microgramos (o más) por litro.

Las mujeres, son otro foco de atención, en particular, las mujeres embarazadas que están expuestas al mercurio; éste puede pasar del cuerpo de la madre al feto en desarrollo. También puede ser pasado a un infante lactante a través de la leche materna (WHO, 2008). Sin embargo, ya que el amamantamiento tiene beneficios saludables significativos, se debe consultar a un médico antes de suspender el amamantamiento de un niño cuya madre pudo haber quedado expuesta al mercurio. En torno a esto, debemos mencionar que en la actualidad, no solamente las madres y sus hijos o cualquier otro paciente enfrentan estos riesgos al permanecer en los hospitales, sino que debido al tamaño de los establecimientos y el mercurio

existente en ellos, los profesionales de la salud se enfrentan permanentemente a situaciones de riesgo de exposición y contaminación.

Debido a la – ya muy probada - toxicidad y peligrosidad del metal líquido, existe preocupación mundial por la contaminación ambiental derivada de este metal. Desde el 2006, debido a esta preocupación global, se ha lanzado una iniciativa (PNUMA/Salud Sin Daño, 2007b) que restringe la utilización de termómetros de mercurio en hospitales para ser reemplazados por instrumentos digitales, al menos así fue hasta hace apenas unos meses, pero una vez probados los inconvenientes que enfrenta esta tecnología, actualmente en el terreno de las preferencias de los usuarios, se busca la utilización de tecnología infrarroja en termómetros.

Cuando se rompen los termómetros u otro instrumento médico de los que contienen mercurio, lo que ocurre con una frecuencia sorprendente y de lo cual no es una excepción el caso que queremos trabajar, se emite al medio ambiente el mercurio que contienen, lo que hace que por las características de éste metal mencionadas arriba –paradójicamente-, el sector salud se convierta en una fuente de contaminación y riesgo sanitario.

De acuerdo con estudios realizados por las PNUMA/SSD (2007a), los grandes hospitales urbanos pueden generar más de doscientas toneladas de residuos cada año. La separación, recogida y traslado de los residuos sigue un proceso protocolizado y establecido en una legislación, pero con frecuencia, no existe ninguna ley nacional específica para los residuos sanitarios. En Argentina, por ejemplo, el Grupo promotor del movimiento “Salud Sin Daño” (GCBA) en 2006 reveló que los hospitales del sistema estaban emitiendo al medio ambiente alrededor de 40 kilos de mercurio al año.

En nuestro país, al parecer en las clínicas y hospitales, el tratamiento y la gestión de los residuos hospitalarios consisten en desecharlos todos juntos: papeles de la recepción, materiales de cirugía, medicamentos, etc. para luego quemarlos en incineradores. En los Estados Unidos, la Agencia de Protección

Ambiental (1997a), identificó este mecanismo de eliminación de desechos como la principal fuente de emisión de toxinas, mercurio, plomo y otros contaminantes del aire que amenazan la salud humana y el medio ambiente. Los hospitales en nuestra ciudad generan ese problema cuando optan por eliminarlos como residuos comunes, es decir, que se entregan a los servicios urbanos de recolección y acaban en vertederos abiertos, lo que pone en riesgo hasta a las apersonas que buscan entre la basura.

La correcta gestión de los residuos sanitarios permite disminuir el riesgo hacia la salud y el medio ambiente pero resulta bastante más caro que la eliminación de los desechos comunes. Esta es una de las razones por la que los centros sanitarios deben plantearse la necesidad de minimizar la producción de residuos y así disminuir los costes y optimizar los procesos.

Cabe destacar que hoy en día es una preocupación principal para las más importantes organizaciones internacionales que tienen una poderosa influencia sobre los asuntos de salud, apoyar al Movimiento Internacional Hospitales Libres de Mercurio y las entidades que le dan soporte: Salud sin Daño, Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y la Organización Mundial de la Salud (OMS), exhortando a todos los países a adoptar medidas y actuar para identificar poblaciones expuestas y reducir las emisiones de mercurio.

En hospitales alrededor del mundo se está trabajando en la posibilidad de liberarlos del mercurio para volverlos lugares de recuperación de la salud libres de riesgos. Se trata de reestructurar los procedimientos hospitalarios con la finalidad de minimizar el riesgo de la contaminación ambiental y realizar un aporte para la protección de la salud comunitaria. Mediante el cuidado de la salud en los grupos vulnerables como el de los profesionales de la salud, niños y mujeres embarazadas es posible asegurar una mejor calidad de vida y es aconsejable lograrla disminuyendo los factores de riesgo; estas

consideraciones son las que han motivado la elaboración de éste proyecto de tesis.

JUSTIFICACION

Los hospitales y otros lugares a donde se acude para recuperar la salud, suelen ser imaginados diferentes de otros lugares donde se trabaja, se suponen limpios seguros y saludables. Sin embargo, los hospitales también están inmersos en la dinámica económica y aplican para su administración criterios de mercado. Esta dinámica enfrenta al profesional de la salud (en nuestro estudio en particular a las enfermeras) a riesgos que amenazan su propio bienestar y vida (EPA;2002). En las últimas décadas los profesionales de la salud, están siendo alertados sobre los riesgos que les brindan sus lugares de trabajo tanto a ellos como a la comunidad a la que sirven.

La perspectiva que se tenía en el año 2000 de la dotación de los servicios de salud, resultaría inconcebible para cualquier proveedor de servicios de salud de comienzos del siglo pasado, por ejemplo, el uso del rayo láser, las terapias radiactivas, los métodos de anestesia modernos, la administración de líquidos y medicamentos vía intravenosa, eran inimaginables para las escuelas de enfermería de sus predecesores.

Mientras que los proveedores de salud han hecho enormes progresos en prevenir y curar enfermedades y mejorar el diagnóstico y el pronóstico de los pacientes, muchas de las nuevas tecnologías han creado riesgos ocupacionales para los médicos, las enfermeras y otros trabajadores de los servicios de salud. Algunos de los medicamentos anti-neoplasias son carcinógenos; muchos de ellos brindan riesgos reproductivos para las enfermeras. Si estos medicamentos no se preparan y administran correctamente y con precaución, puede haber riesgos al estar expuestas a las propiedades carcinógenas de los medicamentos.

Los gases anestésicos basados en óxidos nitrosos y los anestésicos alogenados se han relacionado con problemas de infertilidad, aborto espontáneo, anomalías congénitas, enfermedades hepáticas, renales y

neuronales, respuestas de inmunodepresión y respuestas de incremento a la susceptibilidad de enfermedades neoplásicas (Allen 1978).

Asombrosamente se ha llegado a saber que las habitaciones de recuperación posquirúrgica, tienen niveles más altos de gases anestésicos que las abiertas y cuyo origen son las exhalaciones cargadas de los gases anestésicos que los pacientes recibieron durante la cirugía, pero también en las habitaciones abiertas puede haber exposición a estos gases cuando hay escapes en las válvulas de los tubos, o cuando en los pacientes, las mascarillas usadas para administrar el gas, no está bien colocada, o la línea de conexión para la eliminación de los desechos de las habitaciones está en malas condiciones (Rogers, 1991).

El mercurio es un metal pesado, que como se ha mencionado anteriormente, se bioacumula y como contaminante es importante por su persistencia que es nocivamente venenosa a la salud humana y animal. Una vez que se emite al ambiente, no es fácil de ser eliminado. En los hospitales está presente en termómetros, medidores de presión tubos de dilatación y de alimentación, baterías, lámparas fluorescentes, entre otros muchos artículos. Por su amplio uso al mercurio (Hg) se le contabiliza el 20% de los desechos sólidos en el total de la basura sólida generada por los hospitales y clínicas (WHO, 2008).

El mercurio no se destruye ni cambia al ser incinerado. Una vez que se emite desde la chimenea del incinerador, el Hg se deposita en la tierra y en la superficie del agua. Las bacterias pueden convertir el Hg elemental a una forma más asimilable biológicamente metilándolo. El metil-Hg, es capaz de cruzar la barrera placentaria colocando al feto en riesgo de daño cerebral. El pescado procedente de ríos, lagos o zonas marinas contaminadas es peligroso al consumo humano.

El Hospital Civil de Guadalajara Fray Antonio Alcalde (HCGFAA), es una importante institución que apoya el desarrollo regional desde el ámbito de la

salud y la educación profesionalizante. Su participación en la región occidente de México (Aguascalientes, Colima, Guanajuato, Jalisco, Michoacán y Nayarit), es de gran importancia en general para la población de la región, pero en particular para los ciudadanos de mayor vulnerabilidad económica que no siempre están en condiciones de afrontar con suficiencia los problemas de salud que les aquejan y que con frecuencia son complejos y demandan de considerables cantidades de dinero, especialistas e instrumental médico. Sin embargo el HCGFAA, no siempre recibe los recursos necesarios para atender dignamente las demandas que le son planteadas en términos de salud. El HCGFAA, se ve así forzado a continuar usando tecnologías que son de menor calidad y que representan mayores riesgos para la salud de sus pacientes, trabajadores y la comunidad a la que sirve.

El HCGFAA, al emplear tecnología para medir la temperatura de sus pacientes, basada en el mercurio, de la forma descuidada como se ha venido empleado por desconocer el tipo de daños a la salud que ocasiona, se ha convertido en un factor que amenaza a la salud humana y la del ambiente.

De acuerdo con las declaraciones de quienes viven la experiencia de su labor y de su administración indican que en promedio de cada 50 camas que se atienden en el hospital, se rompen 400 termómetros por mes; considerando que cada termómetro contiene un gramo de Hg, el cual se evapora a temperatura ambiente si queda expuesto y no se recoge con el Kit especial para derrames de Hg en hospitales (Salud sin Daño, 2007b) por ruptura de termómetros y estos gramos quedan depositados en cestos de basura, que es como suele ocurrir, por no disponerse de los Kits (que son parte del protocolo de salud ambiental en hospitales) por ser caros en tiempo (toma más de 8 minutos limpiar un termómetro roto) y también en su precio, entonces tendremos casi medio Kg por mes de vapores respirables de mercurio en el ambiente hospitalario que estarán poniendo en riesgo la salud de médicos, enfermeras, trabajadores, pacientes, familiares de pacientes y proveedores que

visiten el hospital y a la comunidad que está cercana al hospital porque según investigaciones de la EPA (1997b), esta cantidad de Hg, tiene la capacidad de expandirse por un Km a la redonda. La eliminación del uso de mercurio por parte del sector salud representa una significativa reducción de un riesgo tóxico para los trabajadores y para la comunidad en general.

Se sabe que los grandes hospitales urbanos pueden generar más de 200 toneladas de residuos cada año (Department of Health Sciences; 2000) La separación, recogido y traslado de los residuos sigue un proceso protocolizado y establecido en una legislación, pero no existe ninguna ley nacional específica para los residuos sanitarios (al menos en el caso mexicano).

Es creencia comúnmente arraigada, aun entre los profesionales de la administración que la correcta gestión de los residuos sanitarios permite disminuir los daños a la salud humana y del medio ambiente, pero que resulta bastante más cara que la eliminación descuidada y negligente de los desechos como se ha venido practicando hasta hoy, sin embargo cada momento está quedando más claro que esta visión de la problemática, es aceptable solo para el ojo inexperto, y esta es una de las razones por la que los centros sanitarios deben plantearse la necesidad de minimizar la producción de residuos y así disminuir los costes y optimizar los procesos.

Lo anteriormente señalado expone cuál ha sido la razón que ha motivado la propuesta de este estudio. Como se ha estado insistiendo en las páginas anteriores, el mercurio es un importante contaminante ambiental, se le ha asignado el puesto número 12 en prioridad del Programa de Elementos Tóxicos Persistentes Bioacumulables y Tóxicos de la Agencia de Protección Ambiental (2002). Los daños probados de que se le señala son muchos y severos para la salud humana: afecciones al Sistema Nervioso Central, impedimento auditivo, daños al habla, ceguera, temblores incontrolables, trastornos del sueño (particularmente insomnio), inestabilidad emocional, parálisis, pérdida del control muscular e incluso la muerte.

La exposición a este metal antes de nacer se relaciona con serios defectos de nacimiento y en investigaciones recientes se ha logrado probar (Trasande, Et al.;2005) que durante la gestación, los daños ocurren en ingestas de alimentos contaminados con mercurio a niveles que son diez veces menores que en los niveles necesarios para causar daño en adultos.

Lo que es relevante para este estudio es que numerosos casos de envenenamiento por mercurio, principalmente por inhalación, se han documentado en los lugares de trabajo. En una encuesta conducida por el Instituto Nacional de la Seguridad y Salud Ocupacional de los Estados Unidos de Norteamérica (OSHA 2000), se estimó que unos 70,000 trabajadores podrían estar expuestos a vapores de mercurio en su trabajo, esta población incluía enfermeras, técnicos de laboratorio, además de otros trabajadores del sector de servicios prestados a la salud (OSHA; 2000), además, ese mismo estudio probó, además que, los familiares de estos trabajadores estaban en riesgo al estar en contacto en casa con la ropa contaminada con este metal.

En 1997 la EPA logro probar que los procesos industriales contribuyen significativamente con las cantidades de este metal encontradas en los ecosistemas. Ese estudio reveló que el 13% de esas emisiones tienen su origen en incineradores hospitalarios, además de un 5% de la contaminación que ocurre en el agua por mercurio, es originada por otras actividades médicas.

En México, se ha estimado que el 31.7% de las emisiones de mercurio a la atmósfera provienen de los residuos hospitalarios. En relación al consumo de mercurio en México el 33.4% de este metal se utiliza en la fabricación de termómetros, esfigmomanómetros y en odontología. Afortunadamente, existen alternativas libres de mercurio que son seguras y rentables para casi todos los instrumentos que son utilizados en el cuidado de la salud.

En la práctica médica son comunes los derrames de mercurio asociados a la ruptura de equipo médico, como los termómetros. A temperatura ambiente, el mercurio elemental líquido se puede transformar en gas en cantidades significativas por lo que hay riesgo de exposición al mercurio entre los médicos, enfermeras, pacientes y otros trabajadores del cuidado de la salud (Salud Sin Daño; 2007a).

Debido a la problemática ambiental y de salud del mercurio, es urgente iniciar acciones conjuntas en las que el sector del cuidado a la salud asuma el compromiso de la eliminación del mercurio con el apoyo de las instituciones gubernamentales generando los cambios graduales en las prácticas de manejo y de sustitución viable, así como de su disposición segura. Actualmente, hay una clara conciencia de que los hospitales deben ser lugares donde los pacientes puedan recuperar la salud sin tener que correr el riesgo de sufrir algún tipo de daño, así también los trabajadores en estos sitios no deben verse expuestos cotidianamente a estos contaminantes; en términos económicos, puede afirmarse que para un país es muy costoso arriesgar su capital humano, por ello los hospitales se ven alrededor del mundo interesados en volverse lugares libres de mercurio para ser congruentes con sus metas de proteger y recuperar la salud de sus comunidades.

Nuestro país ya se ha sumado a este movimiento internacional de desintoxicación de hospitales que ha conseguido liberar de mercurio a los establecimientos que prestan servicios a la salud pública y privada en Europa, Estados Unidos y Canadá -donde el uso de termómetros de mercurio se ha vuelto ilegal-, China (principal productor de termómetros de mercurio en el mundo), India, Brasil y Argentina (que se han impuesto metas de eliminar el mercurio de sus hospitales totalmente en esta década) entre una larga lista de países, y por lo pronto el Hospital Infantil "Federico Gómez" en la ciudad de México y el Hospital "Josefa Ortiz de Domínguez" del Estado de México, con el apoyo de la Comisión de Cooperación Ambiental y en coordinación con la

Semarnat y la Secretaría de Salud, al que pronto habrán de sumársele otros hospitales en diferentes regiones del territorio a la campaña de la eliminación de mercurio y de esta forma fortalecer la responsabilidad ambiental del sector, lo cual es un compromiso incluido en la Agenda 21.

En este sentido esta tesis tiene un propósito relevante entre las acciones ejercidas en pro del bien de la comunidad regional puesto que su propósito fundamental es valorar las posibilidades económicas de que una de las instituciones de la salud más importantes a nivel regional pueda participar de los beneficios de prestar sus servicios sin dañar la salud del ambiente y de su comunidad, este es el Hospital Civil de Guadalajara Fray Antonio Alcalde.

MARCO TEÓRICO

Este estudio se ubica en el campo de las Ciencias de la Salud Ambiental, por tanto es por su naturaleza multidisciplinario, es decir para aproximarnos al resultado que buscamos obtener debemos incursionar al menos en el campo de la Ciencia Económica.

Dentro de la Economía, encontramos que el conocimiento generado se ha organizado en dos grandes ramas: la Macroeconomía, que trata sobre el funcionamiento y la asignación de los recursos en el ámbito económico de un país, por tanto su objeto de estudio y los modelos con los que trabaja para generar explicaciones y predicciones sobre el comportamiento de una economía en un momento determinado, se referirán a variables como empleo, inversión, dinero, inflación, crecimiento económico, tasas de interés, y un largo y complicado etcétera.

La otra rama, la Microeconomía, se dedica al estudio del comportamiento de las empresas y la forma en la que ellas se enfrentan en el mercado a fuerzas como la competencia, la no competencia, los precios de los factores de la producción, la conducta de los consumidores ante los precios de producción, los recursos, y de estos su uso, asignación, eliminación, etc., es de ésta última rama de la cual tomaremos las herramientas usadas en este caso para procurar la respuesta a nuestras preguntas de investigación.

Cuando las empresas producen bienes o servicios, además de los bienes o servicios producidos también generan residuos de producción. Estos con mucha frecuencia tienen un efecto nocivo en el ambiente y, por supuesto, en la salud de las comunidades que habitan en ese ambiente, lo cual termina reflejándose en detrimentos de la salud humana, animal y vegetal, y con frecuencia en la destrucción de los ecosistemas.

Los estudiosos de la Microeconomía han sentido la necesidad de prestar atención a estos problemas que hicieron su aparición desde hace ya más de

200 años, cuando surgen las formas de producción industrial, así como las conocemos ahora, para tratar de encontrar solución a los problemas que ocasionan estos estilos de producción. Así es como desde entonces, nace una subrama de la Microeconomía, que en el mundo de los académicos la bautizaron con el nombre de Economía Ambiental.

Hace algunos decenios, hasta antes de la segunda guerra mundial, los bancos y las bolsas de valores de los países eran las únicas instituciones que manejaban términos como interés, capitalización, amortización, etc. Sin embargo, a partir de los años 50, con el rápido desarrollo industrial de una gran parte del mundo, los industriales vieron la necesidad de contar con técnicas de análisis económico adaptadas a sus empresas, creando en ellas un ambiente propicio para tomar decisiones orientadas siempre a la elección de la mejor alternativa en toda ocasión, es decir se adoptaron los criterios de eficiencia económica.

Así, fue como los viejos términos financieros y bancarios pasaron ahora a formar parte del ámbito industrial y particularmente al área productiva de las empresas, y debemos ahora señalar que un hospital, cualquiera que sea su ámbito de servicio, público o privado, se guía por criterios de mercado. En el campo de la ciencia económica a este conjunto de técnicas de análisis para la toma de decisiones para la asignación eficiente y racional de los recursos económicos, empezó a llamársele Ingeniería Económica (Park, 2007).

De esta forma con el paso del tiempo se desarrollaron técnicas específicas para situaciones especiales dentro de la empresa como:

- Análisis sólo de costos en el área productiva.
- Reemplazo de equipo sólo con el análisis de costos (al cual se referirá nuestro caso)
- Reemplazo de equipo involucrando ingresos e impuestos.
- Creación de plantas totalmente nuevas.

- Análisis de inflación.
- Toma de decisiones económicas bajo riesgo.

Conforme la actividad económica realizada en cualquier sector económico (agrícola, industrial o de servicios) se volvía más complejo, las técnicas se adaptaron y se volvieron más específicas. Por lo tanto, la ingeniería económica o análisis económico en la ingeniería, se convirtió en:

- Conjunto de técnicas para tomar decisiones de índole económica en el ámbito industrial, primero, pero vuelto algo común en el de servicios más tarde (que es donde se ubica nuestro caso), considerando siempre el valor del dinero a través del tiempo.
- Esta relativamente nueva disciplina que se preocupa de los aspectos económicos de la ingeniería, implica la evaluación sistemática de los costos y beneficios de los proyectos técnicos propuestos.
- Su característica es que se basa en técnicas de análisis económico adaptadas a las empresas, creando en ellas un ambiente para la toma de decisiones económicas orientadas siempre a la ejecución de la mejor alternativa en toda ocasión.

En el nombre, la ingeniería económica lleva implícita su aplicación, es decir, en la industria productora de bienes y servicios. Los conceptos que se utilizan en análisis financiero, como las inversiones en bolsa de valores, son los mismos, aunque para este caso también se han desarrollado técnicas analíticas especiales.

Análisis Costo/Beneficio y los Principios de la Ingeniería Económica de la Cual se Deriva.

El desarrollo, estudio y aplicación de cualquier disciplina debe comenzar con una base fundamental, la cual en ingeniería económica, se definirá como un conjunto de principios, o conceptos fundamentales, que proporcionan una

doctrina comprensiva para llevar a cabo la metodología. La experiencia ha mostrado que la mayoría de los errores cometidos en esta disciplina tienen su origen en transgresiones o en el seguimiento inadecuado de los siete principios básicos, que a continuación se definen:

PRINCIPIO 1. Desarrollar las alternativas. La elección (decisión) se da entre las alternativas. Es necesario identificar las alternativas y después definir las para el análisis subsecuente.

PRINCIPIO 2. Enfocarse en las diferencias. Al comparar las alternativas debe considerarse solo aquello que resulta relevante para la toma de decisiones, es decir, las diferencias en los posibles resultados.

PRINCIPIO 3. Utilizar un punto de vista consistente. Los resultados probables de las alternativas, económicas y de otro tipo, deben llevarse a cabo consistentemente desde un punto de vista definido (perspectiva – punto de vista).

PRINCIPIO 4. Utilizar una unidad de medición común. Utilizar una unidad de medición común para enumerar todos los resultados probables hará más fácil el análisis y comparación de las alternativas.

PRINCIPIO 5. Considerar los criterios relevantes. La selección de una alternativa (Toma de decisiones) requiere del uso de un criterio (o de varios criterios). El proceso de decisión debe considerar los resultados enumerados en la unidad monetaria y los expresados en alguna otra unidad de medida o hechos explícitos de una manera descriptiva.

PRINCIPIO 6. Hacer implícita la incertidumbre. La incertidumbre es implícita al proyectar (o estimar) los resultados futuros de las alternativas y debe reconocerse en su análisis y comparación.

PRINCIPIO 7. Revisar sus decisiones. La toma de decisiones mejorada resulta de un proceso adaptativo; hasta donde sea posible, los resultados iniciales proyectados de la alternativa seleccionada deben compararse posteriormente con los resultados reales logrados.

Tipo de decisiones de la Ingeniería Económica.

A través de los principios mencionados arriba, deben ser evidentes dos características en el tipo de decisiones que usualmente se toman en Ingeniería Económica: la primera es que en cada una se elige entre varias alternativas, y la segunda es que todas están relacionadas con consideraciones económicas.

La amplitud de los problemas, la profundidad de análisis y el panorama, de aplicación que un Ingeniero Economista encuentra en su trabajo varían mucho, toda vez que resultan influenciadas por muchos factores de consecuencias futuras, es decir en el largo plazo, entendiéndose éste como con una duración mayor a un año, pero en todas las situaciones se aplican los principios y las prácticas de la economía aplicada a la ingeniería.

"La mayoría de las grandes decisiones, incluso las de carácter personal, tienen resonancia económica. Este empleo repetido hace que el tema de la Ingeniería económica resulte tan desafiante como plagado de recompensas.

Aparte del trabajo tradicional realizado con los hombres de ciencia para desarrollar nuevos descubrimientos sobre la naturaleza y convertirlos en productos útiles, se espera ahora que los ingenieros económicos no solamente generen soluciones tecnológicas nuevas, sino que también hagan análisis financieros bien fundados acerca de los efectos de la implementación" (Park; 2007).

En las relaciones, actualmente tan estrechas y confusas entre la Industria, otros sectores productivos como es el caso de los servicios de salud y de educación,

que –para bien o para mal-, también se comportan con criterios de mercado, los consumidores y el gobierno, los análisis de valoración económica para observar los costos y los beneficios, que ayudan en el proceso de toma de decisiones, se supone que han de ser más detallados y amplios de lo que eran anteriormente (por ejemplo, la seguridad de los trabajadores, los efectos ambientales, la protección del consumidor) . Sin tales análisis un proyecto entero puede fácilmente convertirse en una carga en lugar de ser un beneficio.

Así los diferentes tipos de proyectos incluyendo los del sector salud se clasifican actualmente como:

- Proyectos de expansión y productos nuevos

Estos proyectos están destinados a incrementar las ventas y las ganancias, y esto lo logran mediante

1. La introducción de productos nuevos. Los productos nuevos difieren de los existentes en lo que respecta al uso, función o tamaño, y su propósito es aumentar las ventas llegando a nuevos mercados o clientes, o satisfaciendo requisitos de uso final que antes no se cubrían. La venta de estos productos generalmente es adicional a las ventas existentes. Las decisiones relacionadas con proyectos nuevos se basan en si los flujos de entrada de efectivo esperados por la venta del producto nuevo tienen la magnitud suficiente para justificar la inversión en equipo, capital circulante y otros costos necesarios para elaborar e introducir el producto.
 2. Proporcionar instalaciones para satisfacer oportunidades de ventas actuales o previstas de productos existentes. El punto central en este caso es si debe comprarse o construirse, una instalación nueva. Los flujos de entrada de efectivo anticipados son los ingresos adicionales por los bienes y servicios producidos en las nuevas instalaciones.
- Proyectos de mejora de productos

Esta clase incluye gastos orientados a mejorar la posibilidad de venta de productos existentes y proporcionar productos que reemplacen a los existentes. El propósito de estos gastos es mantener o mejorar la posición competitiva de los productos existentes. Los nuevos productos difieren de los existentes únicamente en lo que se refiere a diseño, calidad, color o estilo, y no se pretende con ellos alcanzar nuevos mercados o clientes ni satisfacer requisitos de uso, final que no se hayan cumplido antes.

- Proyectos de mejora de costos

Esta clase de proyectos son diseñados para:

1. Reducir los costos y gastos de las operaciones existentes, manteniendo el volumen de producción anual existente.
2. Evitar aumento en costos previstos que incurrirían con el volumen presente de producción anual.
3. Evitar futuros aumentos en costos que se incurrirían al aumentar el volumen de producción anual.

- Proyectos de reemplazo

Los proyectos de esta clase son los necesarios para reemplazar activos existentes que ya son obsoletos o están desgastados; si no se reemplazan, el resultado sería operaciones más lentas o la imposibilidad de llevarlas a cabo. En el caso de proyectos de reemplazo hay que justificar el reemplazo en lugar de la reparación del equipo existente. Cualquier ingreso incremental que genere un proyecto de reemplazo se considera como beneficio adicional al evaluar el proyecto. Los flujos de entrada de efectivo que se esperan de un proyecto de reemplazo son los ahorros en costo, obtenidos por una reducción en los costos operativos, los ingresos por el aumento en el volumen de producción gracias al nuevo equipo, o ambos.

- Proyectos por necesidad

Algunas inversiones se llevan a cabo por necesidad, más que basadas en un análisis de su rentabilidad. Estos proyectos por lo general producen beneficios intangibles, ya que sus ventajas económicas no son fáciles de determinar o quizás sean inexistentes. Como ejemplos típicos están las instalaciones de recreo de los empleados, guarderías, equipo de control de contaminación e instalación de dispositivos de seguridad. Los dos últimos ejemplos son proyectos en los cuales hay que efectuar gastos de capital para cumplir con requisitos de control ambiental seguridad u otros estatutos, tal vez con el fin de evitar multas. Estas inversiones usan capital pero no ofrecen flujos contables de entrada de efectivo. Es en éste tipo de proyectos en donde se inscribe ésta tesis.

Por último cabe mencionarse que hay situaciones que la Ingeniería Económica no puede analizar, sin entrar en detalles que no corresponden a este tema, nos limitaremos a mencionar que se trata de las situaciones especulativas.

Inversiones especulativas como la compra de dólares con la esperanza de una devaluación al corto plazo, la adquisición de grandes cosechas y su almacenamiento u ocultación, con la esperanza de que suba su precio base o que su escasez ocasione un aumento de precio, no son sujetas al análisis económico tradicional, pues en todas las inversiones especulativas siempre hay la expectativa de que algo extraordinario suceda y que esto sea lo que origine una ganancia adicional. Por lo tanto el análisis y evaluación económica de inversiones especulativas queda fuera del alcance de esta materia en particular porque corresponde al de otra por supuesto.

El estudio se apega a lo mencionado anteriormente y por tanto en el mismo, se consideraron, primeramente todas y cada una de las alternativas de que se dispone en el mercado de termómetros: mercuriales, digitales e infrarrojos, por lo cual se pudieron descartar primero los modelos de cada grupo de

termómetros que resultaron irrelevantes para la comparación que buscó la sustitución.

Una vez que se hubieron descartado estos, se pudo establecer la comparación entre los modelos mercuriales, digitales e infrarrojos a través de las características que se eligieron para tomarse en cuenta: Precio, durabilidad, exactitud, facilidad de uso, mantenimiento, tiempo empleado para la limpieza, tiempo empleado para solicitar la dotación de termómetros restituidos una vez que se rompían o dejaban de funcionar adecuadamente y los gastos asociados con el tratamiento de los residuos; en el caso de los digitales, se consideró el costo en tiempo y dinero por su calibración y el costo de las baterías; en el caso de los modelos infrarrojos, se tomaron en cuenta las mismas consideraciones sobre calibración y reposición periódicas de baterías, y por último en el caso de los termómetros infrarrojos oticos, específicamente, se consideró, la calibración, el costo de la estación para calibración y de recarga de pilas.

Cuando se avanzó en la revisión de la literatura, se encontró evidencia suficiente de que proyectos realizados en Estados Unidos, Canadá, Argentina, Brasil, Costa Rica, entre otros, similares a este, en el aspecto de cambiar el uso de termómetros de mercurio por pares que no contuvieran dicho metal, y que habían tomado la decisión de cambiar al uso de termómetros digitales, al cabo de un año, habían abandonado el uso de estos, porque en la práctica su uso había resultado muy complejo, puesto que las tareas de atención que prestan el personal médico y de enfermería, se habían visto incrementadas, porque el tiempo que requiere la limpieza, la calibración y el reemplazo de baterías desgastadas era mucho mayor al de los termómetros mercuriales, lo que provocó que en países como Argentina, Costa Rica o Brasil, donde el uso de los termómetros mercuriales no es un delito, se habían regresado al uso de estos, mientras se concretaba el cambio a termómetros infrarrojos. Este descubrimiento, hizo que entre las alternativas se descartara

considerar como sustituto en el análisis de comparación cualquier modelo digital.

Como se aprecia en lo mencionado líneas arriba, este proyecto se inscribe en el tipo de inversiones que se realizan "Por Necesidad", para las cuales la consideración de los plazos de amortización del capital invertido en un inicio no es relevante. De este modo el análisis se circunscribirá a la comparaciones entre los costos y las características en la calidad del servicio que el modelo seleccionado presta (exactitud, tiempo de limpieza, tiempo de calibración, si facilita o no el trabajo del profesional de la salud encargado de proporcionar el servicio, si su uso no es dañino al ambiente, si su empleo no representa un riesgo a la salud durante su uso y al momento de su eliminación, etc.), fueron entonces los aspectos que entraron en consideración en el análisis.

La unidad seleccionada para realizar el proyecto, se decidió que fuera el Hospital Civil de Guadalajara Fray Antonio Alcalde, por los volúmenes de termómetros de mercurio quebrados en todas las áreas al proporcionar los servicios que el hospital suele brindar, por la considerable población que visita en recinto compuesta de médicos, enfermeras, afanadores, estudiantes, personal de seguridad, pacientes, familiares de los pacientes, proveedores de material médico, medicamentos, alimentos y benefactores, entre otros muchos grupos de personas que acuden al sitio; se seleccionó también por su ubicación geográfica, por la cantidad de sus desechos, por los procesos que usa cotidianamente para deshacerse de los mismos y por la actitud que el personal de enfermería y de limpieza manifiesta ante los derrames de mercurio.

OBJETIVOS DEL PROYECTO

Los objetivos del proyecto son:

Objetivo General:

- Realizar un análisis costo –beneficio para conocer la factibilidad económica del remplazo de los termómetros de mercurio por otros modelos que no contengan ese metal, además de, conocer la gestión que el hospital sigue ante los derrames de mercurio (reposición, limpieza y almacenamiento de residuos) tomándose en cuenta particularmente las condiciones estructurales de ventilación del hospital.

Objetivos Específicos:

- Conocer cuánto mercurio se derrama en el HCGFAA por ruptura de termómetros mercuriales por mes en las áreas donde estos se emplean.
- Conocer cómo es la gestión actual en el HCGFAA de los derrames y de los desechos del mercurio que se escapa cuando un termómetro se rompe.
- Conocer cuáles son las características físicas de ventilación que tienen las áreas del hospital donde ocurren los derrames de mercurio
- Conocer las diversas alternativas en la oferta local de modelos de termómetros mercuriales y sus sustitutos que no contienen mercurio, sus características y sus precios.
- Comparar las características de estos diferentes modelos al momento de usarlos en la práctica médica y comparar estas características entre sí.

PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

1. ¿Cuánto mercurio se derrama en el HCGFAA por ruptura de termómetros mercuriales por mes en las áreas donde estos se emplean?
2. ¿Cómo es la gestión actual en el HCGFAA de los derrames, limpieza y de los desechos del mercurio que se escapa cuando un termómetro se rompe?
3. ¿Qué características físicas de ventilación tienen las áreas del hospital donde ocurren los derrames de mercurio?
4. Mediante la aplicación del Análisis Costo/Beneficio: ¿cuáles son los costos y cuales los beneficios de la sustitución de termómetros de mercurio por termómetros que no contengan mercurio?
5. ¿Cómo debería de ser la asignación de prioridades para las áreas en caso de ser favorable el cambio?

METODOLOGÍA:

Se trata de un estudio de tipo **descriptivo, prospectivo y transversal con un enfoque teórico microeconómico en la realización del ACB**, que requerirá de seguir los procesos mencionados a continuación:

- Revisión bibliográfica extensa para conocer los efectos del mercurio en la salud humana y las diferentes formas en las que el metal se transforma en una amenaza para la salud humana.
- Revisión bibliográfica extensa sobre el estado de conocimiento del mercurio como un riesgo hospitalario.
- Revisión del contexto histórico en el que se encuentra enraizado el movimiento de eliminación del mercurio en los hospitales y clínicas.
- Explicación sobre lo que es el “Movimiento Mundial para el Cuidado de la Salud Libre de Mercurio,
- Revisión de algunas experiencias de liberación de hospitales y clínicas de mercurio.
- Revisión bibliográfica extensa sobre Análisis Costo-Beneficio y su aplicación para casos particulares como el de este proyecto de tesis.
- Entrevista con autoridades administrativas, de almacén y personal médico y enfermeras del hospital, en particular de las áreas donde se utilizan termómetros mercuriales.
- Realización de un inventario en las áreas del hospital donde usan termómetros de mercurio para efectuar un conteo en esas áreas donde se usan los termómetros mercuriales y obtener información sobre el número de termómetros rotos para poder calcular los gramos del metal derramado y también con el fin de descartar la posibilidad de que algún otro tipo de termómetro esté en uso.

- Diseño y elaboración de un sistema de captura de la información para el inventario.
- Diseño y elaboración de los formatos para registrar los diferentes costos de los materiales buscados (tanto para los que están en uso como para los de reemplazo para facilitar las comparaciones de costos).
- Obtener el costo de las unidades de tecnologías de reemplazo que pudieran ser adquiridas por el hospital.
- Comparación de tecnologías a través de los costos
- Aplicación del ACB
- Análisis de factibilidad del cambio de termómetros de mercurio a sus homólogos digitales en el HCGFAA.
- Estimaciones de las compras de los sustitutos.
- Presentación de resultados y sugerencias.

MATERIALES Y MÉTODO

Materiales:

-Las 33 áreas consideradas en este estudio del Hospital

-Encuesta presencial al personal de enfermería que realiza la medición de la temperatura de los pacientes a través de tecnología mercurial en sus áreas de trabajo (jefas de enfermeras de todos los turnos y de todas las áreas del hospital) usando un cuestionario de preguntas abiertas con el fin de obtener información sobre:

-El número de termómetros rotos por área/mes en la totalidad del hospital (de esta forma se detectarán las áreas donde se usan los termómetros mercuriales y las rupturas por mes ocurridas, así como si hay otro tipo de termómetro en uso).

-Información sobre costos, precios de los diferentes tipos y modelos de termómetros.

-Información sobre los procesos administrativos del hospital para asignar y dotar de termómetros a las áreas donde se usan y sobre los procedimientos de control del reemplazo (por ruptura o robo) de termómetros.

-Información de los procedimientos de limpieza y eliminación de los derrames de mercurio ocurridos cuando se rompe por accidente un termómetro y como termina ese proceso de eliminación de mercurio derramado.

-Observación directa de las dimensiones de las áreas de trabajo visitadas, número de camas ocupadas y las condiciones físicas y de funcionamiento de ventanas y sistemas de ventilación del hospital.

Método:

El método utilizado en esta tesis, consistió en la aplicación de las herramientas y principios de un conjunto de técnicas propuestas por la Ingeniería Económica para apoyar el proceso de toma de decisiones mediante la aplicación de un Análisis Costo Beneficio que en este caso se ciñó a la categoría " Por Necesidad", como ya se ha mencionado en páginas anteriores en el que se siguieron los pasos que a continuación se mencionan:

-Observar y comparar los sustitutos del instrumento o bien que se desea reemplazar.

-Enfocar las diferencias de las alternativas.

-Usar medidas comunes entre las alternativas.

-Considerar criterios relevantes. Hacer implícita la incertidumbre

- Revisar las decisiones y para se siguen los siguientes principios:

1. Elegir entre varias alternativas y
2. Que todas se basen en consideraciones económicas.

RESULTADOS

El estudio se realizó en el Hospital Civil de Guadalajara Fray Antonio Alcalde, al que le caracteriza una muy céntrica y poblada ubicación en una zona urbana donde se entremezclan diferentes tipos de actividades económicas y sociales (vivienda, escuelas, restaurantes, peleterías, salones de belleza, tiendas de ropa y calzado, oficinas públicas y un largo etc.).

La realización de este estudio, encontró que en un promedio de 742 camas ocupadas contadas en las 33 diferentes áreas del hospital asciende el número de termómetros quebrados por mes asciende a 1,062, lo que representó un derrame mensual de mercurio de 1.62 Kg reportados sin haberse efectuado ningún tipo de acción para prevenirlo, limpiarlo o almacenarlo.

Se encontró también que el hospital opera sin ningún procedimiento de control, prevención, limpieza y eliminación de los derrames de mercurio, porque desconoce o ignora los procedimientos oficiales existentes para estos casos.

El hospital, no tiene un control administrativo eficiente que le permita conocer exactamente cuál es el número de termómetros de mercurio que entran y salen del hospital, así como la manera en que salen, porque no se lleva un registro sobre pérdidas y roturas.

En cada rotura que ocurre, el metal permanece en el piso del lugar donde se rompe, o en algunos casos, en un bote de basura común, sin tapar o en la alcantarilla (en cualquiera de los tres casos el metal termina incorporándose al aire o al agua), porque el hospital no sigue el protocolo de almacenamiento de residuos de mercurio procedente de roturas de materiales e instrumentos médicos que contienen mercurio.

Las áreas del hospital identificadas como Sor Manuela Lozano, Juan Valdez, Pablo Gutiérrez, Leonardo Oliva, Julio Clemens, Francisco Macías Gutiérrez,

Psiquiatría y Pisos 5,6,7 y 9, once áreas en total, son los lugares donde ocurre el 67% del monto total derramado, esto se debe al tipo de servicios que prestan, además de, que es donde se concentra el mayor número de camas atendidas.

Al considerarse y observarse el estado de otros factores como la ventilación, edad de los pacientes, capacitación de los médicos, enfermeras estudiantes y personal de limpieza ante los derrames de mercurio, pudo apreciarse que los derrames ocurren en lugares con escasa o nula ventilación; que los médicos, enfermeras, estudiantes y el personal de limpieza, no han recibido jamás entrenamiento para actuar ante los derrames, su limpieza y las formas en que este debe desecharse y los lugares y procedimientos de almacenaje. El hospital carece de lugares y equipo adecuado para almacenar los derrames y lo que incrementa considerablemente el riesgo de daño a los humos y al ambiente, es que la forma tradicional de enfrentarse a los derrames, es ignorándolos totalmente cuando ocurren, lo cual hace que se evaporen en el ambiente y se conserven en el lugar de evaporación dadas las características físico-químicas de este metal líquido, que lo hace sumamente estable y persistente en el aire, puesto que no hay ventilación adecuada porque las ventanas (si la hay), están permanentemente cerradas y sin ser limpiadas.

Por otro lado, en caso que se le preste atención al derrame (lo cual casi nunca ocurre), se limpia con escoba, lo que ocasiona que esta fracción aun más las pequeñas gotas y facilite su evaporación, y así, lo que resta y logra recogerse con el recogedor común, se desecha la mayoría de las veces en alguna alcantarilla, provocándose la contaminación del agua y facilita que ocurra el proceso de metilización, o se deposita en un bote de basura común (sin tapadera donde termina evaporándose) ó se deposita en un bote tapado donde termina por ser incinerado, que es la más peligrosa y agresiva forma de eliminación de mercurio tanto para la salud humana como para el ambiente.

Otro inconveniente que se detectó, es que este proceso de incineración, ocurre junto con todo tipo de desechos hospitalarios, lo cual es contrario a los señalamientos de las Normas Oficiales y en contra de los Acuerdos firmados dentro del marco de la Agenda 21.

Se encontró también que todas las edades de pacientes están expuestas, porque en las áreas donde se da el mayor número de ocurrencias de derrames se atiende a pacientes que van desde recién nacidos, y hasta edades muy avanzadas.

El personal de enfermería desconoce totalmente que existe una Norma que señala el uso de un "Kit para Derrames de Mercurio" que debe ser usado para esos casos, y que hay una exigencia de entrenamiento para el uso adecuado por parte del personal de enfermería o limpieza, cuyo procedimiento considera altos estándares de protección para la salud de la enfermeras o el personal de limpieza que se encuentre expuesto al momento de ocurrir la limpieza, almacenamiento y desecho del metal derramado.

Se encontró que el hospital no percibe como un riesgo, y por tanto no presta ninguna atención a estos eventos, tan notoriamente frecuentes en su ocurrencia, y que por lo tanto en sus estándares de calidad en la oferta del servicio, son totalmente ignorados.

Se pudo comprobar que aun bajo criterios de eficiencia económica es factible, conveniente y recomendable en términos de salud ambiental, en términos de ahorro de recursos económicos y de recursos de seguridad para los pacientes, el personal médico, y demás visitantes o usuarios del hospital que ocurra el cambio de termómetros mercuriales a termómetros infrarrojos óptico para medir la temperatura corporal de los pacientes.

Con respecto a los resultados del análisis costo –beneficio para conocer la factibilidad económica del remplazo de los termómetros de mercurio por otros modelos que no contengan ese metal, se encontró que es muy favorable la sustitución de los termómetros mercuriales por termómetros oticos infrarrojos, debido a que representan para el hospital en términos estrictamente económicos un ahorro de \$42,328 Pesos en el primer año que es el de mayor desembolso, ese ahorro se irá incrementando conforme pasan los siguientes dos años.

En términos del capital humano del hospital, los beneficios no son tangibles, pero no por ello inexistentes, porque se trata de asegurar la salud de su personal médico y paramédico, así como los diferentes miembros de la comunidad usuaria. En términos sociales, igualmente los beneficios se obtiene al momento de no dañar más el ambiente y el aire que la comunidad que rodea al hospital respira.

DISCUSIÓN

La comunidad internacional ya ha aceptado ampliamente que los termómetros de mercurio en ambientes hospitalarios representan daños a la salud del ambiente, así como un riesgo para el personal del hospital, los pacientes y demás usuarios. Además, hoy en día, los establecimientos que proporcionan servicios de salud, al igual que los establecimientos de otros sectores de la economía, deben guiarse por criterios de mercado. Esta inevitable realidad los obliga a incursionar en la elaboración de soluciones que van más allá de los aspectos tradicionales de la administración y la contabilidad de las empresas.

La normatividad vigente, los nuevos acuerdos internacionales y los planteamientos sostenidos por la Agenda 21, obligan a las empresas a profundizar en el análisis de su toma de decisiones, por lo cual es necesario incorporar la visión económica, en la cual a diferencia de los enfoques tradicionales, los costos de oportunidad y las externalidades, son consideradas en la construcción de los precios.

La Economía como ciencia ha venido a apoyar en estos procesos mediante los cuales las empresas al producir sus bienes y servicios, deben tener en consideración la salud ambiental y la salud de la población (Gutiérrez Zúñiga, Et al., 1994) si es que desean que sus productos o servicios permanezcan en el mercado, ya sea porque son competitivos en el precio y en la calidad o porque no transgreden las leyes y normas.

El caso que origina esta tesis sobre el ACB de la sustitución de termómetros mercuriales en el HCGFAA para sustituirlos por sus homólogos que estuvieran libres de Hg, y que a su vez fueran igualmente útiles y exactos en sus mediciones, y que no provoquen incrementos en el presupuesto económico del hospital resulta ser de interés local, porque dentro de la literatura revisada, no se encontró ningún trabajo realizado con éste propósito. El estudio resulta ser pionero en el tema, puesto

que aporta al conocimiento que ya se ha venido generando dentro de las líneas de investigación que procuran la erradicación del mercurio de los hospitales, dentro y fuera del país, pero por un lado incorporando la visión novedosa de la rama Ingeniería Económica que permite ampliamente hacer consideraciones de tipo ambiental, lo cual supera las consideraciones hechas en los enfoques económicos tradicionales y por otro lado acrecentando el conocimiento sobre el tema en el ámbito local, en el que no se han realizado estudios de este tipo hasta el momento.

La información sobre el número de termómetros de mercurio rotos por áreas, se obtuvo, por medio de entrevista directa al personal que usa -y rompe- los termómetros (Jefas de Enfermeras y enfermeras de cada una de las áreas consideradas). Al ser entrevistadas la Jefa de Enfermeras de cada una de las áreas del hospital, junto con al menos una de las enfermeras parte del equipo de trabajo, pudo escucharse la declaración del número promedio mínimo de termómetros que se rompen por área (Ver Cuadro 1, en Anexo 1), así como la descripción de las acciones que se llevan a cabo en el manejo de los termómetros rotos y el mercurio derramado de estos en forma de pequeña gotas. El estudio, permitió la observación de forma presencial y directa del número de camas ocupadas, el tipo de atención médica especializada que el paciente recibía en el área donde se encontraba, las condiciones de ventilación del lugar y las necesidades de dotación de termómetros dependiendo del número de pacientes atendidos y el modelo de termómetro que se sugería.

El estudio permitió observar que en todas las áreas del hospital (sin ninguna excepción), se carece totalmente de procedimientos para prevenir y manejar los derrames de mercurio. Es importante señalar que estas carencias no se manifestaron solamente en lo que a termómetros se refiere, sino absolutamente a todos los instrumentos médicos que contienen mercurio (los cuales son muy abundantes y variados), y que están en uso permanente en el hospital.

De acuerdo con las opiniones vertidas por todas las enfermeras entrevistadas, el hospital no tiene un programa de prevención, manejo y eliminación de derrames de mercurio y se desconocen los protocolos para su atención.

La tesis aporta conocimiento nuevo y sistematizado mediante las entrevistas realizadas a las enfermeras y la Administración del hospital (Véanse formatos de cuestionarios abiertos usados para las entrevistas en Anexo 2) sobre la forma en la que el hospital procede ante los derrames de mercurio y los protocolos a seguir, como por ejemplo, el uso del "Kit para Derrames de Mercurio", del cual, se les mostró el vídeo sobre su manejo, considerado en otros lugares del mundo, como el procedimiento oficial hospitalario para responder a las quebraduras y limpieza de derrames de mercurio, el personal de enfermería entrevistado, en todas y cada una de las áreas, afirmó desconocer totalmente este procedimiento, de manera tal, que los derrames de mercurio por termómetros quebrados, durante las horas de atención a los pacientes (24 horas al día, los 365 días del año), simplemente permanecen en el piso, o cuando la suerte y el tiempo lo permiten, algún empleado del servicio de limpieza los elimina con escoba y recogedor, lo cual agrava el problema, debido a que las fibras de la escoba fragmentan aun más las pequeñas gotas de mercurio por lo que terminan incorporándose al aire del hospital más rápidamente, finalmente lo que logra tomarse con el recogedor, lo depositan en alguna alcantarilla (es decir va a contaminar con mercurio, la ya contaminada agua de los drenajes), o en cualquier bote de basura cercano (usualmente sin tapar), donde termina igualmente incorporándose al aire del hospital (una cantidad mínima aproximada de 1 kilo y 62 gramos por mes), o mezclándose simplemente con otro tipo de desechos, para terminar representando un riesgo para las personas que hurgan en los basureros, porque no toda la basura del hospital, se elimina en los incineradores, lo cual, por cierto, agrava el problema de la contaminación del aire con mercurio, sino que va a parar a los basureros municipales.

En entrevista abierta aplicada a las autoridades del hospital que se encargan de su administración, la tesis permite observar que esta no está en condiciones de abastecer la demanda total de termómetros rotos o perdidos. El hospital entrega mensualmente 240 termómetros que deben repartirse (a discreción), en todas las áreas del hospital.

El resto de los termómetros faltantes los adquieren de sus ingresos propios las enfermeras. Esto representa para ellas una carga económica que hasta el momento han tenido que soportar. Para la tesis esta situación dificultó la obtención de las cifras exactas de los termómetros entregados y reemplazados por pérdida o rotura, porque ni el hospital puede saber cuántos termómetros exactamente están en uso, que marca son, cuánto cuestan y son quebrados y desechados en el hospital. Es decir, el hospital no pone atención al mercurio derramado en él, y ni siquiera lo percibe como un riesgo. Este comportamiento de parte del hospital es sin duda un hallazgo importante.

De la revisión de literatura especializada en el tema, se constató que en estudios realizados en Costa Rica o Argentina por ejemplo, se tiene un control estricto en la administración de los termómetros y el termómetro que es robado o roto, ingresa de inmediato en un sistema administrativo de reportes de pérdidas, que permite conocer y comprobar al administrador o el investigador o el usuario de esa información, la cifra exacta de entradas y salidas por pérdida o rotura.

Sin embargo, en nuestro caso, este cálculo no fue posible; en este estudio, la cifra de roturas se considera como un promedio y no es posible presentar cifras de seguimiento llevadas por la administración del hospital, porque no existen. Se tuvo que confiar plenamente en las cifras declaradas en las entrevistas tanto a las enfermeras como a la autoridad administrativa.

Una vez obtenida la información del número promedio de termómetros mercuriales rotos, se consiguió el precio promedio pagado al menudeo por las enfermeras del hospital, además del precio que el hospital paga por ellos

en sus compras al mayoreo. El paso anterior fue necesario debido a que como se menciono anteriormente, el hospital no realiza una dotación total de termómetros a sus enfermeros y enfermeras, sino que solamente dota de 240 termómetros por mes en total a todo el hospital, y el resto de los termómetros que deben reponerse (1062 termómetros rotos por mes como mínimo) es adquirido con recursos propios (de sus salarios) por las enfermeras y jefas de enfermeras.

Al buscarse la sustitución del termómetro mercurial por alguno que no contuviera materiales peligrosos y que fuera igualmente preciso en las mediciones, económico y duradero, se revisó ampliamente la bibliografía rigurosa y apropiada para conocer cuáles eran -según los expertos en el tema- las alternativas tecnológicas que pudieran considerarse como las más adecuadas.

Así resulto ser -de acuerdo con esta búsqueda-, que hasta el año 2009, se le había considerado al termómetro digital como la alternativa mejor, para lograr eliminar la presencia del peligroso metal de los termómetros de los hospitales pero la realidad había sido hasta entonces, que este tipo de instrumento digital para medir la temperatura corporal humana, presentaba varias y significativas limitaciones que incorporaban complicaciones considerables a las tareas comúnmente realizada por el personal de enfermería; en los estudios comparativos que se habían hecho en repetidas ocasiones, se demuestra con frecuencia que no eran igual de precisos para tomar la temperatura corporal (en sus diferentes modalidades), como sus homólogos de mercurio; eran fáciles de robar, lo cual obligaba a los hospitales a incrementar considerablemente su gasto en termómetros, y por supuesto también a las enfermeras. Además requerían de mucho tiempo para calibrarse y desinfectarse o esterilizarse, se necesitan baterías para mantenerlos funcionando porque no hay estaciones de recarga, lo cual también presionaba sobre los recursos financieros de los hospitales y, por

todo ello, dificultaba el trabajo de las enfermeras y las distraía de funciones más importantes relacionadas con la salud y la atención de los pacientes.

De acuerdo con esta literatura, la razón por la que se habían mantenido en uso, es porque aun no había surgido una alternativa que careciera de mercurio y que fuera igual de precisa, por eso con frecuencia, de acuerdo con las experiencias registradas en estas investigaciones, había una vuelta no deseada, pero necesaria, al uso del termómetro mercurial. Tener conocimiento de estas condiciones de desventaja del producto, hizo posible que esta tesis de forma novedosa, ya no considerara esta alternativa como viable ni recomendable.

Finalmente se encontró, a través de la literatura publicada hacia finales del 2010, que el termómetro infrarrojo había evolucionado en nuevos modelos – como el otico- y que, de acuerdo con los resultados obtenidos por varias reconocidas universidades, y otras agencias de investigación, se había probado, que los modelos infrarrojos, son tan precisos o más que sus homólogos mercuriales; no son fáciles de robar, porque las enfermeras los cargan consigo la mayor parte del tiempo; al no ser necesario que el termómetro entre en contacto con el paciente, el tiempo de limpieza y desinfección es mínimo; su tiempo de calibración es muy corto (dura diez segundos), y son de larga duración (tres años como mínimo).

Una aportación en este sentido que hace la tesis, resultó de que al ser cuestionadas las enfermeras sobre los procedimientos de limpieza y desinfección que se sigue con los termómetros en el Hospital Civil, las enfermeras mencionaron, (sin excepción en todas las salas), que rara vez se sigue un procedimiento de desinfección, porque no hay tiempo, ni recursos para ello. Alguna de las entrevistadas, además aclaró, que de hecho no se les dotaban desinfectantes o bactericidas, sino que en lugar de ello, algunas veces, no cotidianamente, se les proporcionaba alcohol, pero que este no es un desinfectante sino un fijador.

Toda vez que se pudo obtener la información confiable anterior, y con el objetivo de realizar la aplicación y desarrollo del análisis Costo/Beneficio, era necesario, después de efectuar las comparaciones sugeridas por la técnica del ACB empleada, entre los diferentes modelos existentes en el mercado, proponer un modelo específico de cada tipo de modelo (mercurial e infrarrojo), que en particular fuera accesible por su precio, características de funcionalidad y accesibilidad en el mercado. De este modo, se seleccionó, para los propósitos de este estudio, el Modelo Infrarrojo Otico OMRON OMRON Gentl Temp GT 510 cuyo precio es de \$670.00 Pesos y su complemento la estación de calibrado Infrared Tympanic Thermometer Calibration Blackbody Hotech 330 que se usa con cualquier modelo de termómetro otico infrarrojo y que tiene un costo de \$1876.00 Pesos.

El precio de los termómetros mercuriales pagados por el hospital es un 15% menor que el que se paga al menudeo, es decir \$10.71 y el precio pagado por las enfermeras, en promedio, al menudeo es de \$12.6 respectivamente. Lo que en total hace un gasto mensual de \$2,570.4 por parte del hospital y de \$10,848.6 por parte de las enfermeras. Ello representa una erogación de \$13,019 gastados – entre el hospital y el personal de enfermería- en termómetros de mercurio por mes, lo que -bajo el supuesto de que este sea el numero de roturas mínimo por mes- al año representa un gasto total de \$156,228.00 Pesos.

Los termómetros oticos infrarrojo junto con sus complementarias estaciones de calibrado suman un total, para el primer año, de \$67,000.00 Pesos en termómetros más \$46,900.00 Pesos gastados en estaciones de calibrado. De seguirse la sugerencia de asignar al menos cuatro de estos termómetros, junto con una estación de calibrado por cada área del hospital. En un simple cálculo aritmético, puede estimarse que la cantidad ahorrada en lo gastado en el primer año (que es el año del mayor desembolso considerando que los termómetros oticos infrarrojos duran tres años en condiciones óptimas), es de \$42,328.00 Pesos, lo cual dadas las condiciones financieras que enfrenta

el Hospital, representan ahorros económicos significativos, ello sin perder de vista el punto de mayor importancia en términos de salud ambiental que es el de evitar los derrames de mercurio que terminan contaminando tierra, aire y agua al brindarse los imprescindibles servicios de salud que éste importante hospital-escuela brinda a la enorme comunidad que atiende.

La aplicación del análisis Costo/Beneficio en su modalidad "Por Necesidad" arrojó resultados muy favorables a la sustitución de termómetros mercuriales por sus homólogos infrarrojos oticos.

Las razones para preferir esta sustitución, va mucho más allá de las ventajas meramente económicas, porque comprenden áreas como la seguridad de los pacientes, porque es menos probable que un termómetro que se usa en uno y otro paciente, esté contaminado con algún tipo de hongo o bacteria, como suele ocurrir, según lo reconocieron las enfermeras, con los termómetros de mercurio; comprende además la seguridad de las enfermeras, quienes tienen que tocar menos a los pacientes; puesto que los termómetros oticos infrarrojos no se rompen, no tienen que recoger los pedazos de vidrios rotos; el tiempo que emplean en la limpieza de los termómetros se ve considerablemente reducido, y sobre todo, no se exponen a respirar grandes volúmenes de vapores de mercurio, y esto es válido para el medio ambiente, los médicos, pacientes, familiares de los pacientes, personal de limpieza, personal de seguridad, estudiantes, visitantes y benefactores, entre otras personas que comúnmente transitan todos los días del año por el hospital.

Eso sin considerar que las nubes -invisibles a simple vista- formadas por los vapores de mercurio, dañan a los pobladores aledaños al rededor de los hospitales, quienes también terminan respirando esos agresivos gases.

El estudio, permitió detectar las áreas que más roturas tienen y debido a que se observaron condiciones como el número de camas y de ventilación, fue posible detectar donde se presenta las peores zonas de riesgo.

CONCLUSIONES

El análisis Costo-Beneficio aplicado para valorar la factibilidad de la sustitución de termómetros de mercurio, por sus homólogos infrarrojos óticos en el HCGFAA demuestra que es, desde el punto de vista económico, muy posible y recomendable, y desde el punto de vista de las comunidades de usuarios del hospital, los habitantes que rodea el lugar y el capital humano que labora en el, la tesis demuestra que es muy necesario el cambio.

Los resultados de las comparaciones entre los diferentes modelos de termómetros arrojaron los siguientes resultados:

Los termómetros que contienen mercurio son más económicos que sus equivalentes digitales e infrarrojos, sin embargo en el caso del Hospital Civil de Guadalajara Fray Antonio Alcalde, donde se verifican roturas frecuentes de termómetros con mercurio, cuando se compara el costo acumulado de los termómetros que contienen mercurio, con el costo de los termómetros alternativos, específicamente con los termómetros infrarrojos óticos, estos se convierten en una opción económica y socialmente viable.

Las áreas del hospital identificadas como Sor Manuela Lozano, Juan Valdez, Pablo Gutiérrez, Leonardo Oliva, Julio Clemens, Francisco Macías Gutiérrez, Psiquiatría y Pisos 5,6,7 y 9, que son once áreas en total, son los lugares donde ocurre el 67% de los derrames.

La alternativa de los termómetros digitales, a pesar de ser también, económicamente viables, se descartaron como la mejor alternativa para la sustitución de termómetros mercuriales, por los inconvenientes que presentan: un tiempo de limpieza y calibración muy amplio que complica el trabajo de las enfermeras, la posibilidad de robo frecuente y el tiempo que debe emplearse para solicitar las baterías. Estas fueron desventajas que no se presentaron con los termómetros infrarrojos óticos. Esta apreciación logró corroborarse a través de la revisión de bibliografía donde se presenta información de casos en los

que tiempo después de haberse adoptado la alternativa digital, se ha abandonado su uso, regresando al uso de termómetros de mercurio.

ANEXO No. 1

CUADRO 1: HCGFFA: Áreas de atención del hospital, especialidad, número de camas, mínimos de termómetros quebrados por mes, superficie, ventilación, sexo de los pacientes.

AREAS DEL AHCGFAA : NOMBRE, SERVICIO PRESTADO, NUMERO DE CAMAS, TERMOMETROS QUEBRADOS POR MES, SUPERFICIE EN METROS CUADRADOS, CONDICIONES DE VENTILACIÓN Y SEXO DE LOS PACIENTES ATENDIDOS							
NOMBRE DE LA SALA	SERVICIOS PRESTADOS ACTUALMENTE	SERVICIOS PRESTADOS HACE UN AÑO	NUMERO DE CAMAS	MÍNIMO TOTAL DE TERMOMETROS QUEBRADOS POR MES EN LOS TRES TURNOS	SUPERFICIE EN METROS CUADRADOS	CONDICIONES DE VENTILACIÓN	SEXO DE LOS PACIENTES ATENDIDOS EN LA SALA
ANTONIO ARIAS (A.A.)	Ortopedia, Cirugía Plástica, Otorrino, Nefrología, Cirugía General, Geriatria	Ortopedia Y Cirugía Plástica	26	25	20 x 8	Sin ventanas	Mujeres
SOR MANUELA LOZANO MENDOZA (S.M.L.M)	Oncología, Nefrologia, Neurología, Cirugía General, Cirugía Plástica, Urología, Geriatria, Torácica y Vascular	Oncología	10	45	20 x 6	Cuatro ventanas de 15 x 15 Cm	Mujeres
DR. SALVADOR GARCÍA DIEGO* (S.G.D.)	Urologia, Cirugia General, Ortopedia, Trauma, Nefrología, Medicina Interna, Proctologia, Neurología y Otorrinolari	Urología, Cirugía General, Ortopedia, Trauma	0	0	60 X 7	Dos ventanas de 40 x 20 Cm cada una (permanente mente cerradas)	Hombres

FESISICUCBA

	ngología						
JUAN VALDEZ (J.V.)	Medicina Interna, Neurología y Geriatría	Medicina Interna, Neurología y Geriatría	32	40	40 x 6	Sin ventanas	Mujeres
CARDIOLOGÍA	Cardiología	Cardiología	18	20	25 x 6	Cuenta con ventanas grandes y estaban abiertas	Hombres y mujeres
PABLO GUTIÉRREZ (P.G.)	Geriatría, Medicina Interna, Neurocirugía, Oftalmología, Otorrinolaringología	Geriatría	40	40	50 x 6.5	Cuenta con ventanas grandes y estaban abiertas	Hombres
LEONARDO OLIVA (L.O.)	Neurocirugía,		25	40	30 x 8		Hombres
JULIO CLEMENS (J.C.)	Proctología, Cirugía Reconstructiva, Dermatología	Cirugía General, Proctología	19	60	67 x 5.5	Dos ventanas de 50Cm x 50 Cm que están cerradas permanentemente	Hombres
FORTUNATO ARCE (F.A.)	Neurocirugía, Cirugía General Dermatología, Oftalmología	Neurocirugía, Cirugía General	55	10	37 x 8	No ventanas	Hombres
FRANCISCO MACÍAS GUTIÉRREZ (F.M.G.)	Oncología, Neurología, Trauma, Medicina Interna, Cirugía General, Medicina	Oncología, Neurología, Trauma, Medicina Interna, Cirugía General, Medicina	70	150	59 X 5.5	Cuenta con ventanas pero están permanentemente cerradas	Hombres

	Legal	Legal					
FRAY ANTONIO ALCALDE (F.A.A.)	Atención a pacientes con VIH	Atención a pacientes con VIH	12	0	25 x 6	Por las particulares condiciones de riesgo que enfrentan estos pacientes, aunque se cuenta con ventanas, estas permanecen permanentemente cerradas	Hombres y mujeres
OBSTETRICIA (Piso 1 y piso 2)	Ginecología, Cirugía General, Otorrinolaringología, Cirugía Plástica, Prenatal, Cirugía General, Enfermedades de la Mujer, Maternidad	Ginecología, Cirugía General, Otorrinolaringología, Cirugía Plástica, Prenatal, Cirugía General, Enfermedades de la Mujer, Maternidad	14	1	No fue posible obtener las medidas de su superficie	Cuentan con ventilación	Mujeres
RECIÉN NACIDOS PATOLÓGICOS R/N P.	Maternidad, Unidad de Terapia Intensiva Neonatal (UTIN)	Maternidad, Unidad de Terapia Intensiva Neonatal (UTIN)	14	0	No fue posible obtener las medidas de su superficie	No cuenta con ventilación	Mixto
RECIÉN NACIDOS FISIOLÓGICOS R/N F.			14	0	No fue posible obtener las medidas de su superficie	No ventilación	Mixto
PEDIATRÍA 1	Servicios pediátricos	Servicios pediátricos en general	38	27	No fue posible obtener las	No todas las áreas al interior de	Mixto

					medidas de su superficie	pediatría cuentan con ventilación	
PEDIATRÍA 2	Servicios Pediátricos	Servicios Pediátricos	20	21	No fue posible obtener las medidas de su superficie	Ventanas en el área de pacientes, sin ventanas en el área donde está el personal médico y de enfermería	Mixto
UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS EXTERNOS (UCINEX)	Servicios Pediátricos para pacientes externos	Servicios Pediátricos para pacientes externos	22	21	No fue posible obtener las medidas de su superficie	No ventanas	Mixto
PISO 3 (NIÑOS)	Servicios Pediátricos	Servicios Pediátricos	32	15	No fue posible obtener las medidas de su superficie	Ventanas en el área de pacientes, sin ventanas en el área donde está el personal médico y de enfermería	Mixto
PISO 4 (ADULTOS)	Oncología	Oncología	17	18	No fue posible obtener las medidas de su superficie	Ventanas en el área de pacientes, sin ventanas en el área donde está el personal médico y de enfermería	Área hombre y área mujeres
PISO 5	Servicios médicos varios	Servicios médicos varios	26	60	No fue posible obtener las medidas de su superficie	Ventanas en el área de pacientes, sin ventanas en el área donde está el personal médico y de enfermería	Área hombre y área mujeres
PISO 6	Servicios médicos	Servicios médicos	29	60	No fue posible	Ventanas en el área de	Área hombre y

	varios	varios			obtener las medidas de su superficie	pacientes, sin ventanas en el área donde está el personal médico y de enfermería	área mujeres
PISO 7	Encefalopatías	Servicios médicos varios	29	80	No fue posible obtener las medidas de su superficie	Ventanas en el área de pacientes, sin ventanas en el área donde está el personal médico y de enfermería	Área hombre y área mujeres
PISO 8	Servicios médicos varios	Servicios médicos varios	29	10	No fue posible obtener las medidas de su superficie	Ventanas en el área de pacientes, sin ventanas en el área donde está el personal médico y de enfermería	Mixto
PISO 9	Servicios médicos varios	Servicios médicos varios	29	60	No fue posible obtener las medidas de su superficie	Ventanas en el área de pacientes, sin ventanas en el área donde está el personal médico y de enfermería	
PISO 10	Pediatría	Pediatría	18	24	No fue posible obtener las medidas de su superficie	Ventanas en el área de pacientes, sin ventanas en el área donde está el personal médico y de enfermería	Mixto
UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS	Cuidados intensivos varios	Cuidados intensivos varios	14	20	No fue posible obtener las medidas de su	No ventanas	Mixto

					superficie		
UNIDAD DE CUIDADOS INTERNSIVOS C (UCIC)	Cuidados intensivos varios	Cuidados intensivos varios	10	32	No fue posible obtener las medidas de su superficie	No ventanas	Mixto
UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS PEDIÁTRICOS	Cuidados intensivos pediátricos	Cuidados intensivos pediátricos	5	3	No fue posible obtener las medidas de su superficie	No ventanas	Mixto
PSIQUIATRÍA	Consulta externa, Hospitalización, Ansiedad, Depresión, Psicogeriatría, Laboral, Trastornos Crónicos, Trastornos de Personalidad	Consulta externa, Hospitalización, Ansiedad, Depresión, Psicogeriatría, Laboral, Trastornos Crónicos, Trastornos de Personalidad	24	70	No fue posible obtener las medidas de su superficie	Cuenta con ventilación	Sección Hombres y Sección mujeres
URGENCIAS ADULTOS			28	38	No fue posible obtener las medidas de su superficie	No ventanas	Mixto
URGENCIAS PEDIÁTRICAS			8	34	No fue posible obtener las medidas de su superficie	No ventanas	Mixto
RECIÉN NACIDOS TRANSICIÓN (R/N T.)			5	0	No fue posible obtener las medidas de su superficie	Ventanas	Mixto

TOCOCIRUGÍA	Cesáreas, Legrados, Partos	Cesáreas, Legrados, Partos	10	38	No fue posible obtener las medidas de su superficie	Ventanas	Mujeres
TOTALES PARA LAS COLUMNAS QUE PUEDEN SUMARSE			742	1062			

FUENTE: Elaboración propia. *Durante el período de visitas al hospital para recabar la información, esta sala estaba cerrada por remodelación, por ello el número de quebraduras se tomo como cero.

CUADRO 2. Tipo de Termómetro, modelo, accesorios y costos

Tipo de Termómetro	Modelo	Costo \$ (M.N.)	Accesorios que acompañan al modelo
Mercurial	SMIC (Menudeo)	12.6	Ninguno
Mercurial	SMIC (Mayoreo)	10.71	Ninguno
Infrarrojo Otico	OMROM OMROM Gentl Temp GT510	670.00 + 1876.00	Estación de Calibrado y Recarga Infrared Tympanic Thermometer Calibración Blackbody Hotech 330

FUENTE: Elaboración propia en base a información obtenida en tiendas médicas especializadas locales.

ANEXO 2

Guía para entrevista (abierta) con la Jefa(e) de Enfermera(o)s (o alguna enfermera del área y del turno, en caso de sr imposible contactarse con la J d E)).

Los siguientes aspectos se consideran de primordial importancia.

1. NOMBRE DEL ÁREA DE TRABAJO _____
2. TURNO (Marcar con una X): Matutino () Vespertino () Nocturno ()
3. NÚMERO DE CAMAS ATENDIDAS: _____
4. NUMERO DE TERMÓMETROS ROTOS POR MES _____
5. Cuándo un termómetro se rompe, ¿qué procedimiento se sigue para tratar el derrame?
6. ¿Usan el “KIT de Derrames de Mercurio” para limpiar un derrame cuando un termómetro se rompe? Si la respuesta es SI pasar a la pregunta 7, si es NO pasar a la pregunta 8 y subsiguientes
7. ¿Quién es el responsable de cumplir con ese procedimiento?
8. ¿Dónde se desechan los residuos?
9. ¿Cómo se lleva el control de termómetros rotos, perdidos, robados por parte de las enfermeras?
10. ¿El hospital les da a sus enfermeras la dotación completa de termómetros?
11. ¿El hospital alguna vez a tratado de sustituir los termómetros de mercurio, por termómetros de otro tipo que no contengan mercurio?
12. ¿Qué protocolo se sigue para la desinfección de los termómetros usados en los pacientes, antes de usarlo nuevamente en otro paciente?

Durante la entrevista es conveniente observar directamente o preguntar por el tamaño en metros de la superficie del área observada, además procurar ver si se cuenta con ventanas y en qué condiciones están ya sea cerradas o abiertas de manera permanente.

GUÍA PARA ENTREVISTA (ABIERTA) CON LA ADMINISTRACIÓN DEL HOSPITAL

Las siguientes preguntas se consideran imprescindibles durante la entrevista

1. ¿Cuántos termómetros el hospital da al personal de enfermeras cada mes?
2. ¿Cuál es el precio por unidad?
3. ¿Existe un procedimiento de control y remplazo por termómetros rotos, perdidos, robados en el hospital?
4. El hospital sigue un protocolo para el tratamiento de los residuos de mercurio?
5. ¿Tiene un lugar especialmente diseñado o usado en exclusiva para almacenar residuos de mercurio?
6. ¿Cómo desecha el hospital sus residuos? Todos juntos () Se hace separación ()
7. ¿Dónde los desechan?
8. ¿Usan incinerador para los residuos de Hg?

BIBLIOGRAFÍA

Allen, B.; Johanna Lupoli and Victoria Rizo(1978). The Impact of Technology on the "Older" Nurse. *Homecare Nurse* 668: 112-117.

Department of Health Sciences (2000). *A Guide to Mercury Assesments and Elimination in Heathcare Facilities*. USA.

Environmenta Canada (2003). *Mercury Containing Products Stewardship. Manual for Federal Facilities*. Ottawa.

EPA (1997a). *Locating and Estimating Air Emissions from Sources of Mercury and Mercury Compounds*.USA

(1997b). *Mercury Study Report to the Congress. Volumne V: Health Effects of Mercury and Mercury Compounds*. 452/R-97-007. Dec. 1997.

(2002). *Eliminating Mercury in Hospitals*. DHF. USA

/Ministerio de Ambiente y Energía (2008). *Reducción del Mercurio en el Hospital Nacional de Niños Dr. Carlos Saéñz Herrera. Proyecto Piloto "Hospital Libre de Mercurio"*. Costa Rica.

Fuhrmann, M; DMelamed; P.D: Kaeb; J.W. Adams and L.W. Milian (2002). *Sulfur Polymer Solidification/Stabilization of Elemental Mercury Waste*. *Wate Management*; 22: 327-333.

Gutiérrez Zuñiga, Cristina; Patrici Hernández peña; Claudia Ortiz Guerrero y Rocío Zurutuza (1994). *Evaluación Económica y Toma de Decisiones en Salud Ambiental*. En *Revista Sáude Pública* 28 (2): 153-166

Horada, M.; J. Nakinishi; S. Konuma; K. Ohno; T. Kimura and T. Kizaki(1998). *The Present Mercury Contents of Scalp Hair and Clinical Syntoms in Inhabitants of Minamata Area*. *Environmental Research Section A* 77, 160-164. Article No. ER 983837.

Horovitz, H; D. Greenberg; G. Ling y M. Lifshitz(2007). *Acrodinia: Comunicación de dos hermanos afectados*. *Archives of Disease in Chilhood*. Israel.

Kemikalieinspektionen (2004). *Mercury –free blood pressure measurement equipment*. Swedesh.

(2005). *Experience in the Swedesh Healthcare Sector*. Stockolm.

Lassen, Carsten and Jacob Maag (2006). *Alternatives to mercury contuining measuring devices*. En *Danish Ministry of the Environment Journal*. *Environmental Proyect No. 1102*.

Liu, Wei; Radisav S. Vidic and Thomas D. Brown (2002). Optimization of High Temperature Sulfur Impregnation on Activated Carbon for Permanent Sequestration of Elemental Mercury Vapors. *Environmental Science and Technology*; 34: 483-488.

ONU. Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación por la Conferencia de Plenipotenciarios del 22 de marzo de 1989.

OSHA (2000). Occupational Safety and Health Guideline for Mercury Vapor. USA.

Park, Chan S. (2007). *Contemporary Engineering Economics*. Pearson. UK Pido, Haishan and Bishop, Paul L. (2006). Stabilization of mercury-containing wastes using sulfide. *Environmental Pollution*, 139: 498-506.

Pido, Haishan and Bishop, Paul L. (2006). Stabilization of mercury-containing wastes using sulfide. *Environmental Pollution*, 139: 498-506.

PNUMA/IOMC (2002), *Evaluación Mundial sobre el Mercurio*, Ginebra, Suiza.

PNUMA (UNEP) (2006). *Guide for Reducing Major Uses and Releases of Mercury*. USA

PNUMA/Salud Sin Daño (2007a). *Movimiento Mundial para el Cuidado de la Salud Libre de Mercurio*. Argentina.

PNUMA/ Salud Sin Daño (2007b), *El Problema: El Mercurio en el Sector Salud*.

Rodgers, J. (1990) *Ecosystems and Human Well-Beings. Opportunities and Challenges for Business and Industry*. MEA. USA.

Slack, Rebecca J.; Panagoula Zewa; Jon R. Gronow and Nikolaos Voulvoulis (2005). Assessing Quantities and Disposal Routes for Household Hazardous Products in UK. *En Environmental Sciences and Technology*, 39; 1912-1919.

Trasande L, Landrigan PJ, Schechter C. (2005) Public health and economic consequences of methyl mercury toxicity to the developing brain. *Environ Health Perspectives* ; 113(5): 590-596.

US Department of Energy (1995). *Mercury Contamination-Amalgamate (Contract with NFS and ADA) Stabilize Elementary Mercury Waste*. Washington.

WHO (2008), *Long term studies on children's health and the environment: Identifying, assessing and following up the effects of exposure to environmental factors*.

/UNEP(2010). *Guidance for Identifying Populations at Risk from Mercury Exposure*. Switzerland.

Páginas Electrónicas

www.who.int/entity/ipcs/features/2010/10chemicals_es.pdf

TESIS UCR