



FACULTAD DE MEDICINA HUMANA Y CIENCIAS DE LA  
SALUD  
ESCUELA PROFESIONAL DE ESTOMATOLOGÍA

TEMA

**NIVEL DE MERCURIO EN ORINA DE ESTUDIANTES  
QUE REALIZAN OBTURACIONES CON AMALGAMA  
DENTAL EN LA UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS  
TRUJILLO 2017.**

Tesis preparada en la Universidad Alas Peruanas para optar el  
título profesional de Cirujano Dentista.

**JESÉ TAMAY ALTAMIRANO**

Asesor: CD. Blanca Karla Alvarado Castillo

Trujillo – Perú  
2017

Se dedica este a trabajo en primer lugar a Dios todopoderoso, a mi padre que es la fortaleza para seguir mis metas y alcanzar mis objetivos, a mi madre, esposa, hijo y familiares; a mis maestros que dieron parte de si para hacer una persona de bien.

Se agradece por su contribución para el desarrollo de esta investigación a los estudiantes de Estomatología del octavo y noveno ciclo, a la Universidad Alas Peruanas – Trujillo, por otorgar los permisos correspondientes, a los docentes asesores y mi esposa e hijo y a todas las personas que de una u otra forma han hecho de mí una persona capaz de lograr sus objetivos.

## RESUMEN

**Objetivos:** se realizó una investigación con el propósito de medir el nivel de mercurio en orina de estudiantes de Estomatología, antes y un día después de realizar restauraciones con amalgama dental, evaluar el nivel de mercurio según el número de superficies restauradas, comparar los niveles de mercurio obtenido de las muestras con la normativa actual existente.

**Materiales y Métodos:** la muestra consistió en quince (15) estudiantes de estomatología del octavo y noveno ciclo, recolectándose una muestra de orina de 24 horas antes de realizar las restauraciones de amalgama dental y una segunda muestra al día siguiente de realizadas, dichas muestras fueron estudiadas en laboratorio, por medio de espectrofotometría de absorción atómica.

**Resultados:** las concentraciones de mercurio obtenidas en la muestra antes de realizar las restauraciones fue un promedio de 2,21 ug Hg/L, un valor mínimo de 1,1 y máximo 3,5 ug Hg/L; en la segunda muestra un promedio de 3,97 ug Hg/L, valor mínimo de 2,3 ug Hg /L y máximo de 5,8 ug Hg /L. siendo los resultados de la segunda muestra, mayor concentración que la primera.

**Conclusiones:** Los niveles de concentración de mercurio en orina de los estudiantes de Estomatología, se encontraron incrementados en la segunda muestra, al efectuar la evaluación del nivel de mercurio en orina según el número de superficies restauradas, se observó que a mayor número de superficies restauradas mayor es la concentración de mercurio en orina de los estudiantes, se comparó el valor máximo obtenido de la muestra después de las restauraciones de amalgama dental (5,8 ug Hg/L), con los límites permisibles, establecidos por la Organización Mundial de la Salud que es de 20 ug/L, siendo este valor mucho menor.

**Palabras claves:**

Amalgama dental; mercurio; restauración; espectrofotometría.

## **ABSTRACT**

**Objectives:** An investigation was carried out to measure urinary mercury levels in stomatology students, before and one day after restorations with dental amalgam, to evaluate the number of surfaces restored, to compare the levels of mercury obtained from the Samples with the current existing regulations.

**Materials and Methods:** the sample consisted of fifteen (15) stomatology students of the eighth and ninth cycles, a 24-hour urine sample was collected before restorations of dental amalgam and a second sample was performed the day after the samples were made Studied in the laboratory, by means of atomic absorption spectrophotometry.

**Results:** mercury concentrations obtained in the sample before restorations were 2.20 ug Hg / L, a minimum value of 1.1 and a maximum of 3.5 ug Hg / L; In the second sample an average of 3.96 ug Hg / L, minimum value of 2.3 ug Hg / L and a maximum of 5.8 ug Hg / L. Being the results of the second sample, higher concentration than the first one.

**Conclusions:** The levels of mercury concentration in urine of students of Stomatology, higher values were found in the second sample, when the evaluation of the level of mercury in urine according to the number of restored surfaces, it was observed that the greater number of surfaces The highest value obtained from the sample after dental amalgam restorations (5.8 ug Hg / L), with the permissible limits established by the World Health Organization, was compared. Health that is 20 ug / L, this value being much lower.

**Keywords:**

Dental amalgam; mercury; restoration, Spectrophotometry.

# ÍNDICE

<b>RESUMEN.....</b>	<b>4</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>6</b>
<b>CAPITULO I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....</b>	<b>9</b>
1.1. Descripción de la realidad problemática .....	9
1.2. Formulación del problema .....	9
1.3. Objetivos de la investigación. ....	10
1.4. Justificación de la investigación.....	10
1.5. Limitaciones del estudio.....	11
<b>CAPITULO II MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>12</b>
2.1. Antecedentes de la investigación.....	12
2.2. Bases teóricas .....	14
2.3. Definición de términos básicos .....	19
<b>CAPITULO III HIPÓTESIS Y VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>20</b>
3.1. Formulación de Hipótesis. ....	20
3.2. Variables.....	20
<b>CAPITULO IV METODOLOGÍA .....</b>	<b>20</b>
4.1. Diseño metodológico .....	21
4.2. Diseño Muestral .....	22
4.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	23
4.4. Técnicas de procesamiento de la información.....	26
4.5. Técnicas estadísticas utilizadas en el análisis de la información .....	26
<b>CAPITULO V ANÁLISIS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>27</b>
5.1. Análisis descriptivo. ....	27
5.2. Análisis inferencial. ....	30
5.3. Comprobación de hipótesis, técnicas estadísticas empleadas .....	32
5.4. Discusión .....	33
5.5. Conclusiones .....	35
5.6. Recomendaciones .....	36

## LISTA DE TABLAS

Tabla N° 1: Límites ocupacionales para el vapor de mercurio .....	16
Tabla N° 2: Niveles de mercurio en orina.....	17
Tabla N° 3: Índices biológicos de exposición recomendada de mercurio en orina... 17	
Tabla N° 4: Definición conceptual y operacional - operacionalización .....	20
Tabla N° 5: Matriz de consistencia.....	22
Tabla N° 6: Nivel de Mercurio en la orina de los estudiantes (ugHg/L) .....	38
Tabla N° 7: Estadísticos descriptivos del nivel de Mercurio en la orina de los estudiantes (ugHg/L).....	39

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico N° 1: Nivel de mercurio en los estudiantes antes de las restauraciones con amalgama dental.....	28
Gráfico N° 2: Nivel de mercurio en los estudiantes después de las restauraciones con amalgama dental .....	28
Gráfico N° 3: Nivel promedio de mercurio según el número de superficies obturadas .....	29
Gráfico N° 4: Comparación del nivel de mercurio obtenido de las muestras, con el nivel determinado según la OMS. ....	29
Gráfico N° 5: Comparación de nivel de mercurio en estudiantes antes y después ...	30

## LISTA DE IMÁGENES

IMAGEN N° 1: Mezcla de amalgama .....	41
IMAGEN N° 2: Restauración con amalgama dental.....	41
IMAGEN N° 3: Restauración de amalgama terminada.....	42
IMAGEN N° 4: Muestra de orina .....	42
IMAGEN N° 5: Instrumento de medición (EAA) .....	43

## INTRODUCCIÓN

Actualmente existe la incertidumbre de seguir utilizando amalgamas para obturar piezas dentales que han sufrido daño por caries. Se sabe que el mercurio es considerado como un importante material en la práctica dental, es por ello que los odontólogos son considerados como personal potencialmente expuestos, debido a que lo manipulan frecuentemente, básicamente en hospitales públicos y universidades.

La importancia del mercurio en la práctica de la odontología radica en que es uno de los compuestos básicos de la amalgama dental, por tal motivo, el uso de este metal representa un riesgo para la salud de los profesionales de esta área.

En estudios realizados a diferentes comunidades de dentistas, se ha encontrado variación con tendencia a incrementar los niveles de concentración de mercurio en orina en profesionales que realizaron mayor cantidad de restauraciones con amalgama dental, en exposiciones prolongadas la literatura reporta casos en los que se ha relacionado con daños a nivel del Sistema Nervioso Central, ello por la afinidad que presenta el mercurio para acumulación en el cerebro y los riñones.<sup>(1)</sup>

Se realizó la presente investigación con el propósito de medir los niveles de concentración de mercurio en orina a una población de estudiantes de Estomatología de la Universidad Alas Peruanas – Trujillo, antes y después de realizar las restauraciones con amalgama dental, con los niveles de concentración de este metal obtenidos se comparó con los valores establecidos por la OMS, ello con el fin de conocer el problema para dar respuesta a su control y así evitar los riesgos a la salud.



# **CAPITULO I      PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

## **1.1. Descripción de la realidad problemática**

Es bien conocido que el mercurio elemental es muy tóxico para el organismo humano. <sup>(1)</sup> Las formas más importantes del mercurio desde el punto de vista del riesgo para la salud humana, son el mercurio en forma de vapor, las sales de mercurio y los derivados de alquilvercurio de cadena corta, que muestran una lenta descomposición in vitro, y se les responsabiliza de varias epidemias debido a su especial afinidad por el tejido nervioso. <sup>(2)</sup>

Este metal se encuentra presente en las amalgamas dentales en su forma metálica que es poco tóxica. Sin embargo, este metal se evapora a 25°C, presentándose como vapor de mercurio que es muy tóxico. <sup>(3)</sup>

Actualmente en los hospitales públicos, universidades estatales y privadas se viene utilizando en las restauraciones dentales, la amalgama (limadura de plata y mercurio) encontrándose expuestos a vapor de mercurio tanto los pacientes como los operadores (profesiones odontólogos, docentes, estudiantes), haciendo que el organismo humano absorba cantidades de este mineral que pueden sobrepasar los límites que pueden resultar tóxicos para la salud.

Por lo mencionado anteriormente y tomando en consideración que en la actualidad aún existe una gran utilización de la amalgama y que la comunidad odontológica está expuesta al mercurio, se realizará el presente estudio con el objetivo de llevar a cabo una medición detallada de los niveles de mercurio en orina, a una población de estudiantes de Estomatología de la Universidad Alas Peruanas (UAP), mediante análisis por espectrofotometría de absorción atómica y conocer el problema potencial para dar respuesta a su control y así evitar los riesgos a la salud.

## **1.2. Formulación del problema**

¿Existe diferencia en el nivel de mercurio en orina de estudiantes antes y después de realizar procedimiento de restauración con amalgama dental?

### **1.3. Objetivos de la investigación.**

#### 1.3.1. Objetivo general

- Comparar el nivel de concentración de mercurio en orina de estudiantes, antes y después de realizada la restauración con amalgama dental.

#### 1.3.2. Objetivos específicos

- Medir el nivel de mercurio en orina de estudiantes, antes de realizar la restauración con amalgama dental.
- Medir el nivel de mercurio en orina de estudiantes, veinticuatro horas después de realizada la restauración con amalgama dental.
- Detectar los niveles de mercurio en orina de los estudiantes, según el número de superficies de amalgamas obturadas.
- Comparar los niveles de concentración de mercurio en las muestras de orina de estudiantes, con la normativa actual existente.

### **1.4. Justificación de la investigación**

Teniendo en cuenta que en la actualidad aún se utiliza la amalgama y que la población odontológica (profesionales y estudiantes) está expuesta al mercurio utilizado en dicho procedimiento, ha sido necesario realizar esta investigación para determinar los niveles de concentración de mercurio en orina, en el personal ocupacionalmente expuesto, como es el caso de los odontólogos y estudiantes de Estomatología, se ha verificado si estos valores superan o no los límites no tóxicos para la salud, establecidos por la OMS y Organización Panamericana de la Salud y así poder dar las recomendaciones de seguridad requeridas para su manejo y protección.

#### 1.4.1. Importancia de la investigación

La importancia del presente proyecto radica en demostrar y/o determinar si los niveles de mercurio en orina se encuentran dentro de los valores permisibles y no tóxicos para la salud.

#### 1.4.2. Viabilidad de la investigación

La investigación realizada ha sido viable debido a que se ha tenido disponibilidad de los estudiantes de Estomatología, quienes han cooperado con la entrega de sus muestras de orina de forma desinteresada e incondicionalmente, asimismo no hubo la necesidad de variar los protocolos de atención establecidos por la universidad Alas Peruanas, para la atención de pacientes que requieran la realización de restauraciones con amalgama dental, así mismo los costos de ejecución no han superado los límites que no pudieran ser asumidos por el investigador.

#### **1.5. Limitaciones del estudio**

El estudio realizado presenta limitaciones en cuanto al grupo muestral toda vez que trabajar con mayor cantidad de muestras nos permitiría determinar con mayor eficacia la variación de una exposición a otra por parte del estudiante u operador al mercurio.

## CAPITULO II MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Goodrich JM. y col <sup>(3)</sup> (2016) investigaron en Estados Unidos a 630 profesionales dentistas de la Asociación Dental Americana la carga de Hg y las fuentes primarias de exposición en una población dualmente expuesta.

Los participantes describieron las prácticas laborales y los patrones de consumo de pescado a través de un cuestionario. Los niveles de Hg en los biomarcadores de Hg elemental (orina) y metilmercurio (cabello y sangre) se midieron con un Analizador de mercurio Directo-80 y fueron superiores a la población general de los Estados Unidos. Las medias geométricas (IC del 95%) fueron 1,28 (1,19-1,37) µg /l en la orina, 0,60 (0,54-0,67) µg /g en el cabello y 3,67 (3,38-3,98) µg / l en la sangre. En la regresión lineal multivariable, las amalgamas personales predijeron los niveles de Hg en la orina junto con el total de años en odontología, amalgamas manejadas, horas de trabajo y sexo.

2.1.2. Baek H y col <sup>(1)</sup> (2016) Realizaron una investigación en Corea del Sur con el propósito de evaluar la relación entre la exposición a la amalgama dental y las concentraciones de mercurio urinario (U-Hg) en niños de 8 a 11 años de edad, su grupo muestral constó de 463, 367 y 348 niños, en cuya muestra de orina se determinó las concentraciones de U-Hg y creatinina de los participantes y se calcularon las superficies de amalgama y el U-Hg acumulativo ajustado a la creatinina, los niños con más de una superficie de amalgama, mostraron concentraciones significativamente más altas de U-Hg ajustadas a la creatinina que aquellas sin amalgama, en los tres períodos prueba (P <0,001), concluyendo que la superficie llena de amalgama se correlacionó significativamente con las concentraciones de U-Hg en niños. Por lo tanto, la exposición a la amalgama dental puede afectar la concentración sistémica de mercurio en los niños.

2.1.3. Mendiburu CE y col <sup>(2)</sup> (2011) Investigaron la cantidad de mercurio total en cabello de cirujanos dentistas de Yucatán – México, se tomó

muestras de 20 cirujanos dentistas que realizaron al menos cuatro obturaciones de amalgama dental y de 2 grupos controles, que fueron 18 personas con cuatro o más obturaciones, personas con amalgama (PCA) y 13 personas sin obturaciones de amalgama (PSA). La determinación del mercurio se cuantificó mediante la técnica de vapor frío por espectrofotometría de absorción atómica, usando el sistema MHS-10 a una longitud de onda de 253 nm con un slit de 0.7 nm. Obtuvieron una concentración media de mercurio de 3.32 ppm, en los cirujanos dentistas de práctica general (CDG) en cabello, aproximadamente el doble que las poblaciones control: PCA 1.66 ppm; PSA 1.68 ppm.

2.1.4. Kasraei Sh y col<sup>(4)</sup> (2009) Investigaron el nivel de mercurio en sangre entre los dentistas que ejercen su profesión en la ciudad de Hamadan, Irán, las variables fueron, años de práctica, horas de trabajo por día, el número de restauraciones de amalgama por día, el número de eliminación de amalgama por semana; pidieron a los dentistas llenar un cuestionario, y luego se tomó muestras de sangre 5ml de 43 profesionales odontólogos, la concentración de mercurio de cada muestra se midió por el dispositivo de absorción atómica de vapor frío. El nivel de mercurio en sangre promedio de los dentistas era de 6.43 mg/l la cifra correspondiente entre los hombres fue de 6.73 mg/l y entre las mujeres fue 5,13 mg/l, los niveles de Hg en sangre fue mayor en relación a las variables empleadas.

2.1.5. Gil C y col <sup>(5)</sup> (2009) Realizaron un estudio con el fin de identificar los niveles de mercurio en orina de odontólogos que laboran en Instituciones Prestadoras de Servicios de Salud (IPS) de Cali – Colombia, tomaron muestras de orina a 25 odontólogos, compararon los niveles de mercurio encontrados en las muestras de orina relacionado a la presencia de amalgamas en boca, el 80% de los odontólogos que tienen amalgamas, presentaron niveles aumentados de mercurio que indican riesgo de presentar problemas en el organismo por esa sustancia ( $p = 0.0003$ ).

## 2.2. Bases teóricas

### 2.2.1. La amalgama de plata

La amalgama es una aleación de color gris metálico compuesta por mercurio líquido (50%), plata (35%), cobre (2%), estaño (13%) y algunas veces zinc. El mercurio hace posible la reacción química facilitando el endurecimiento del material restaurado una vez que ha sido colocado en el diente, este metal presente en las amalgamas dentales se encuentra en su forma metálica que es poco tóxica. Sin embargo, se evapora a 25°C, presentándose como vapor de mercurio que es muy tóxico, considerando que, al tomar bebidas calientes como café, té o chocolate, las temperaturas en la boca pueden llegar a 40 y 60°C. <sup>(6, 7)</sup>

El mercurio es poco abundante en la corteza terrestre, su concentración natural es de 0,08 ppm, es utilizado en odontología para la elaboración de las amalgamas, empleadas en la restauración de los dientes tratados por caries, esta práctica se remonta a más de 150 años atrás. <sup>(8)</sup>

### 2.2.2. Análisis toxicológico, efecto de la dosis.

Las informaciones relativas a la toxicidad por ingestión, indican como dosis letal 4g. de cloruro de mercurio. Sin jamás alcanzar umbrales de liberación comparables, las obturaciones de amalgama de plata constituyen una fuente principal de exposición al mercurio. <sup>(9,10)</sup>

Según Lorscheider y col, un paciente portador de 8 restauraciones oclusales libera cotidianamente 120 µg. de mercurio, con una variación comprendida en una media de 1,2 y 27 µg, sobre lo cual las opiniones y resultados son muy divergentes en el conjunto de la comunidad científica, algunos individuos presentan dosis superiores a 100 µg. lo que está muy por debajo de las tasas aceptables. El mercurio de las obturaciones no se fija en la cavidad dentaria, pero migra hacia la pulpa y a la microcirculación sanguínea, hacia el sistema nervioso, renal, inmune y el sistema reproductor. <sup>(6)</sup>

### 2.2.3. Mecanismo de Absorción del mercurio liberado por la amalgama de plata.

Por vía respiratoria, los vapores de mercurio se absorben a través de las membranas alveolares, de donde pasan al torrente sanguíneo. La absorción gastrointestinal y cutánea del mercurio elemental es muy baja y la probabilidad de que se absorba por el tracto gastrointestinal es de menos del 0.1% una vez en el torrente sanguíneo, el Hg puede ser oxidado por los glóbulos rojos al catión divalente, o transportado a otros tejidos, en donde es oxidado. La absorción gastrointestinal de sales de mercurios divalentes o monovalentes a partir de los alimentos es aproximadamente el 20% del Hg ingerido, mientras que el 8% de la dosis que se aplica sobre la piel es absorbida en un lapso de 5 horas. <sup>(11,12,13)</sup>.

### 2.2.4. Mecanismo de liberación del mercurio.

El mercurio puede incorporarse en el organismo por dos vías reconocidas. 1. Debido a su presencia en el aire, ambiente; los vapores de mercurio pueden ser inhalados y transferidos a los pulmones por la respiración. 2. El metal puede pasar el tracto gastrointestinal transportado por la orina, ya sea como mercurio inorgánico, o en forma de suspensión de partículas abrasionadas. La deglución salival asegura este tránsito. El hecho de poner o sacar obturaciones de amalgama determina una liberación de mercurio y se ha observado que los niveles de mercurio en la orina están fuertemente aumentados hasta ocho días después de la intervención y que el pulido de las viejas obturaciones es peor en este sentido se ha determinado, además, que la liberación de mercurio desde las restauraciones de amalgama puede ser incrementada durante los tratamientos de blanqueamientos con peróxido de carbamida al 10%. <sup>(14,15,16)</sup>

La exposición ocupacional del personal odontológico al mercurio también ha sido bien documentada. Recientemente se han reseñado varios casos de envenenamiento por mercurio y embriotoxicidad entre el personal dental. En efecto, se ha encontrado que la exposición a

mercurio inorgánico aumenta los niveles de este metal en el plasma sanguíneo y en la orina <sup>(17)</sup>.

#### 2.2.5. Mecanismo de acción tóxica del mercurio.

El mercurio altera el ciclo celular inhibiendo la formación del huso mitótico, debido a su interferencia con los micro túbulos, perturba también el potencial de excitabilidad de las membranas celulares, altera los canales iónicos, produce radicales libres reaccionando con los grupos sulfidrilos y reduciendo las actividades enzimáticas asociadas a las membranas. In vitro, el mercurio ejerce efectos sobre el músculo vía sarcolema, el retículo sarcoplasmático y las proteínas contráctiles. <sup>(18, 19)</sup>

Esto se traduce en alteraciones musculares serias donde ciertos reportes clínicos han descrito patologías oculomotoras por intoxicación mercurial. <sup>(18,19)</sup>

#### 2.2.6. Límites permisibles

Los límites establecidos en exposición ocupacional toman en cuenta no solo la concentración en el aire de la sustancia, sino también consideran otros factores como la utilización de equipos de protección individual y las medidas de higiene industrial. Es importante manejar los límites de forma tal que se puedan alcanzar las menores concentraciones posibles para obtener las mayores garantías para el trabajador, quienes además deben estar bajo control periódico respecto de los niveles de mercurio en el organismo. <sup>(20)</sup> A continuación en la tabla No. 1 se muestran los diferentes límites ocupacionales para el vapor de mercurio.

**Tabla N° 1:** Límites ocupacionales para el vapor de mercurio

TWA : 25 mg/m <sup>3</sup> (OMS)
TWA : 0.05 mg/m <sup>3</sup> (ACGIH)
STEL: 500 mg/m <sup>3</sup> (OMS)

Fuente: Organización Panamericana de la Salud 1987

TWA : Concentración ponderada en el tiempo

STEL : Concentración techo



### 2.2.7. Análisis de mercurio en orina

El análisis en orina es recomendado para valorar exposiciones a largo plazo de mercurio. Los niveles de mercurio en orina y los índices biológicos de exposición recomendados son mostrados en las tablas No. 2 y 3 respectivamente:

**Tabla N° 2:** Niveles de mercurio en orina

Población en general	0 a 20 ug/L
Primeros efectos clínicos	150 ug/L
Efectos en el SNC	300 A 600 ug/L
Dentistas	19% superior a 20 ug/L

Fuente: Langan DC, the use of mercury in dentistry J Am Dent Assic 1987

**Tabla N° 3:** Índices biológicos de exposición recomendada de mercurio en orina

Límite de tolerancia biológica (LBT)	50 ug/g de creatinina
Límite normal de mercurio en orina	0 a 2 ug/L
Límite máximo tolerable en orina	20 ug/L

Fuente: Department of Health Education and Welfare Washington D.C. 2000

### 2.2.8. Análisis por Espectrofotometría de Absorción Atómica

La espectrometría de absorción atómica es una técnica para determinar la concentración de un elemento metálico determinado en una muestra. Puede utilizarse para analizar la concentración de más de 62 metales diferentes en una solución. <sup>(21,22,23)</sup>

Se basa en gran medida en la ley de Beer-Lambert. Los electrones de los átomos en el atomizador pueden ser promovidos a orbitales más altos por un instante mediante la absorción de una cantidad de energía (es decir, luz de una determinada longitud de onda). Esta cantidad de energía (o longitud de onda) se refiere específicamente a una transición de electrones en un elemento particular, y en general, cada longitud de onda corresponde a un solo elemento. <sup>(24)</sup>

Al efectuar el procedimiento de medición por espectrometría de absorción atómica, en el EAA se efectúa la calibración, se coloca la lámpara de mercurio, se prepara el estándar para sensibilidad del mercurio, colocamos la muestra de orina en un vaso de precipitación, posteriormente se activa el haz de luz a una longitud de onda de 253.7 nm, con lámpara de Hg, sin llama y luego el grafito empieza a registrar la curva, obteniéndose la lectura de ug/l. <sup>(25)</sup>

### 2.3. Definición de términos básicos

Amalgama : Aleación de mercurio con otro u otros metales, como oro, plata, etc., generalmente sólida o casi líquida. <sup>21</sup>

Cavidad : Preparación realizada mecánicamente, capaz de mantener con firmeza en su sitio la sustancia restauradora, cuando sobre ella actúan las fuerzas que se desarrollan durante la masticación. <sup>(17)</sup>

Grafito : Instrumento de medición capaz de analizar algunas muestras sólidas o semisólidas. <sup>(25)</sup>

Restauración: Acción y efecto de restaurar, para el caso referido restauraciones dentales. <sup>(21)</sup>

Sensibilidad : Se refiere a la exactitud con que un instrumento puede hacer mediciones, entre mayor sea su sensibilidad es menor el error asociado a la medición. <sup>(25)</sup>

## CAPITULO III HIPÓTESIS Y VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN

### 3.1. Formulación de Hipótesis.

El nivel de mercurio en orina de estudiantes del octavo y noveno ciclo de Estomatología será mayor después de realización de obturaciones de amalgama dental.

### 3.2. Variables

Nivel de mercurio en orina

Número de superficies obturadas

**Tabla N° 4:** Definición conceptual y operacional - operacionalización

Variable 1	Definición Conceptual	Definición Operacional	Tipo de Variable		Unidad de medida	Escala de Medición
			Por su naturaleza	Por su función		
Nivel de mercurio en orina	La carga interna total de mercurio viene reflejada por las concentraciones de mercurio en orina <sup>(17)</sup> .	Se medirá los valores de mercurio en muestra de orina con un espectrofotómetro de absorción Atómica.	Cuantitativa	-	ug/l	razón
Variable 2	Definición Conceptual	Definición Operacional	Por su naturaleza	Por su función	Unidad de medida	escala de medición
Número de superficies obturadas	La superficie es el espacio obturado con amalgama dental contado en cada una de las caras del diente. <sup>(18)</sup>	Conteo de superficies obturadas con amalgama dental en pacientes.	Cuantitativa	-	unidad	Razón

## CAPITULO IV METODOLOGÍA

#### **4.1. Diseño metodológico**

Según el problema propuesto y los objetivos planteados, el método de la investigación es cuantitativa, con un nivel de investigación descriptivo, observacional y longitudinal de acuerdo al periodo y ocurrencia de los hechos.

##### ➤ Cuantitativo

Se considera cuantitativa debido a que las mediciones o valores de los niveles de concentración de mercurio en orina se mide según la cantidad de este elemento metal.

##### ➤ Descriptivo

Se considera descriptivo porque se toma las muestras se analiza en laboratorio y se describe los niveles de mercurio en orina de estudiantes de Estomatología.

##### ➤ Observacional

Se considera observacional porque no hubo interferencia del investigador.

##### ➤ Longitudinal

Se considera longitudinal porque el estudio se realizó en más de un momento, como si fuera una continuidad en el tiempo, de modo que se efectuó la toma de dos muestras en diferentes momentos una previa y otra después de las obturaciones con amalgama dental.

##### 4.1.1. Población

Estudiantes del Octavo y Noveno ciclo de Estomatología de la Universidad Alas Peruanas - Trujillo, en el periodo marzo – julio 2017.

##### 4.1.2. Procedimiento para la selección de la muestra

###### 4.1.2.1. Criterios de inclusión

- Estudiantes que realizan tratamientos con amalgama dental.
- Todos los estudiantes, que en forma voluntaria quieran participar.

#### 4.1.2.2. Criterios de exclusión

- Estudiantes que hayan trabajado en minería de oro.

#### 4.1.3. Muestra

Considerando la cantidad de estudiantes de Estomatología de la Universidad Alas Peruanas – Trujillo que se encontraban cursando el octavo y noveno ciclo de Estomatología, la muestra consistió en todos los estudiantes de estos ciclos, haciendo un total de quince, entre las edades de 22 y 40 años, pertenecientes a ambos sexos.

### 4.2. Diseño Muestral

#### 4.2.1. Unidad de muestreo

La unidad de muestreo fueron las muestras de orina de todos los estudiantes que integraron del presente trabajo.

#### 4.2.2. Unidad de análisis

La unidad de análisis estuvo conformada por cada uno de los estudiantes o individuos que integraron la muestra de la presente investigación.

#### 4.2.3. Tipo de muestreo

El método de selección de la muestra fue por muestreo no probabilístico, de tipo intencional o por conveniencia.

**Tabla N° 5:** Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES
----------	-----------	-----------	----------	-------------	-------------

<p><b>Problema principal</b> ¿Existe diferencia en el nivel de Mercurio en orina de estudiantes antes y después de realizar procedimiento de restauración con Amalgama dental?</p>	<p><b>Objetivo general</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Comparar el nivel de Mercurio en orina de estudiantes antes y después de realizada la restauración con Amalgama dental.</li> </ul> <p><b>Objetivos específicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Medir el nivel de mercurio en orina antes de realizar la restauración con amalgama dental.</li> <li>• Medir el nivel de mercurio en orina de estudiantes, veinticuatro horas después de realizada la restauración con amalgama dental.</li> <li>• Detectar los niveles de mercurio según el número de superficies de amalgamas obturadas.</li> <li>• Comparar los niveles de concentración de mercurio en las muestras de orina, con la normativa actual existente.</li> </ul>	<p>El nivel de mercurio en orina de estudiantes del octavo y noveno ciclo de Estomatología será mayor después de realizar de obturaciones de amalgama dental</p>	<p>Nivel de mercurio en orina</p>	<p>-</p>	<p>Concentración de mercurio en orina</p>
--	--	--	-----------------------------------	----------	---

### 4.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

#### 4.3.1. Técnicas

#### 4.3.1.1. La observación

En la presente investigación se ha realizado la observación de las concentraciones de mercurio en orina, resultante de las muestras recolectadas antes y después de las restauraciones con amalgama dental, realizadas por los estudiantes de Estomatología, no habiéndose realizado interferencia o modificación alguna a los procedimientos operatorios por parte del investigador.

#### 4.3.1.2. Entrevista.

Se realizó una entrevista a los estudiantes de Estomatología, posterior a la exposición de mercurio producto de las obturaciones de amalgama dental, en donde se preguntó y registró el número de superficies obturadas.

#### 4.3.2. Instrumento

Espectrofotómetro de Absorción Atómica, acondicionado el dispositivo MSH-10 y grafito.

Este instrumento está debidamente calibrado para la medición de metales pesados, no presentando índices de error debido a que tanto las soluciones estándar y el instrumento calibrados, así mismo el valor esta digitado por el grafito del mismo instrumento, obteniéndose resultados de alta sensibilidad (ug Hg/L), asimismo su manipulación ha sido realizada por personal especializado en el manejo del mismo.

#### 4.3.3. Procedimientos para la recolección de datos

##### 4.3.3.1. Selección de la muestra.

La muestra ha sido seleccionada de los estudiantes de Estomatología que realizaron tratamientos restaurativos con amalgama dental en la Clínica Estomatológica Docente de la Universidad Alas Peruanas Filial Trujillo, durante el periodo de marzo a Julio 2017.

##### 4.3.3.2. Toma de muestras.



- Se solicitó una muestra inicial o basal de orina de 24 horas que ha sido recolectada por el estudiante antes de realizar el procedimiento restaurativo con amalgama dental, dicha muestra ha sido recepcionado en frasco de polietileno, procediéndose a rotularlo con el nombre del estudiante, sellando el frasco con cinta masking tape, dicha muestra ha sido refrigerado hasta el análisis.
- Posterior al procedimiento de restauración por parte del estudiante se procedió a la recolección de la segunda muestra de orina de 24 horas, procediéndose a su refrigeración hasta que se ha realizado el análisis en laboratorio.

#### 4.3.3.3. Procesamiento de la muestra

El procesamiento de la muestra ha sido realizado en el Laboratorio Central de Criminalística de la Policía Nacional de Perú, con sede en Trujillo, bajo el siguiente protocolo.

La muestra recolectada de 24 horas se procede a realizar lo siguiente:

- ✓ se tomó 50 ml en frasco de polietileno.
- ✓ Se separó 10 ml para la prueba de creatinina.
- ✓ Se añadió 1ml de ácido clorhídrico concentrado a los 40 ml.
- ✓ Se conservó en refrigeración a 4°C.

#### Preparación de la curva estándar

- ✓ Se preparó estándares entre el rango de 10 a 100 ug Hg/l, a partir de solución stock de Hg, usando solución de ácido clorhídrico 1.5%.
- ✓ Se tomó 10 ml de blanco (HCl 1.5 %) y estándares y aplicar el mismo tratamiento que para las muestras.
- ✓ Se procedió a leer absorbancias versus concentración del blanco y estándares en el Espectrofotómetro de Absorción Atómica (EAA) a 253.7 nm, con lámpara de Hg, sin llama. El software del instrumento graficó automáticamente la curva.

#### Procedimiento de análisis de las muestras

- ✓ Se tomó en tubo de ensayo 4 ml de orina y añadió 6 ml de solución de HCl 1.5 % efectuándose la mezcla.
- ✓ Se agregó 4 gotas de  $\text{KMnO}_4$  al 5 %
- ✓ Se añadió una gota de antiespumante alcohol isooctílico y se mescló.
- ✓ Posteriormente se conectó al MHS del EAA e inyectó de inmediato la solución reductora durante 10 seg. y se realizó la lectura a 253.7 nm la concentración de Hg.
- ✓ Finalmente se corrigió multiplicando por el factor de dilución 2.5 y dividiendo entre el valor de creatinina (g/l), dando como resultado en ug Hg/L.

#### 4.4. Técnicas de procesamiento de la información

##### ➤ Tratamiento de los datos

Se preparó la información recolectada del cuestionario y del EAA, procediendo a ingresar en una hoja de cálculo de Excel, organizándose en filas y columnas con la respectiva variable a medir, con los objetivos planteados.

##### ➤ Estrategia de análisis

Se procedió a elegir el paquete estadístico a utilizar, eligiendo así mismo el tipo de análisis estadístico, que fue estadística descriptiva e inferencial.

#### 4.5. Técnicas estadísticas utilizadas en el análisis de la información

Estadística inferencial

Prueba t de Student.

##### 4.5.1. Medidas de Tendencia Central

Se utilizó la media o promedio.

##### 4.5.2. Medidas de dispersión

Desviación estándar

##### 4.5.3. Software estadístico utilizado

IBM SPSS 22.

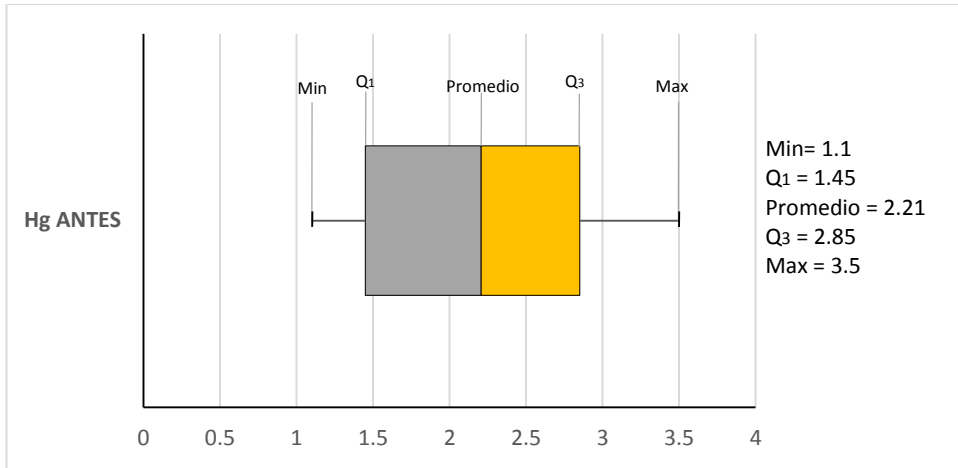
#### **4.6. Aspectos éticos contemplados**

En cuanto a los aspectos éticos en el presente trabajo se ha tomado en cuenta lo establecido por Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial – Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos, 64° Asamblea General, Fortaleza, Brasil, octubre 2013.

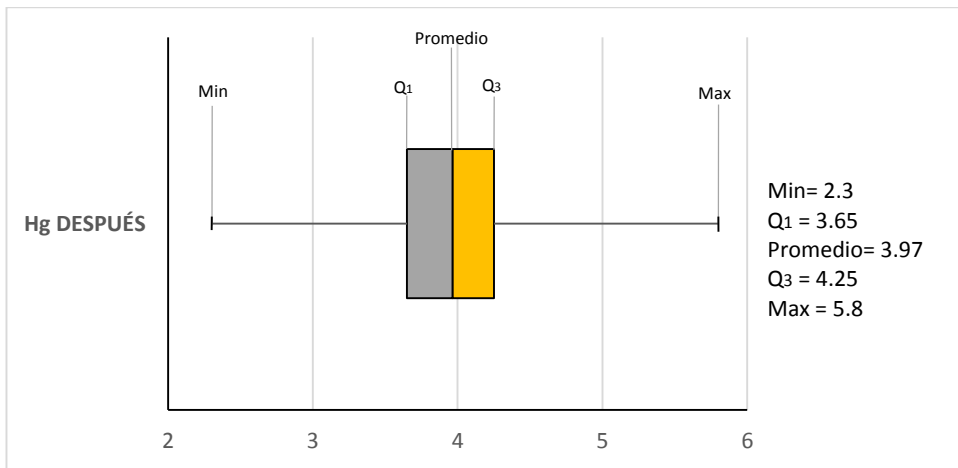
Se ha cumplido con los requisitos científicos y protocolos de investigación como son la privacidad y confidencialidad de la información proporcionada por el participante, previa explicación de la investigación se ha conseguido el consentimiento informado de cada uno de los participantes, se realizará la inscripción de la investigación y publicación de resultados; Asimismo se ha cumplido con el protocolo de trabajo de Clínica Estomatológica Docente de la Universidad Alas Peruanas.

## **CAPITULO V ANÁLISIS Y DISCUSIÓN**

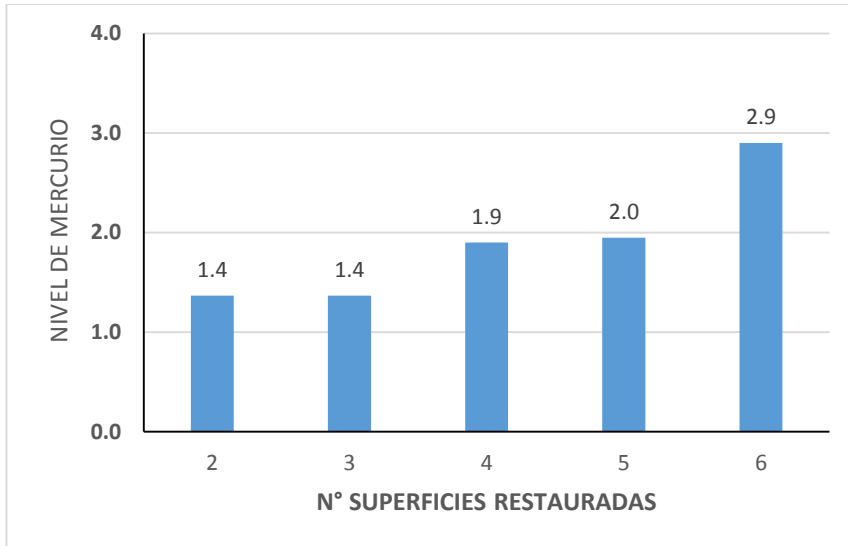
### **5.1. Análisis descriptivo**



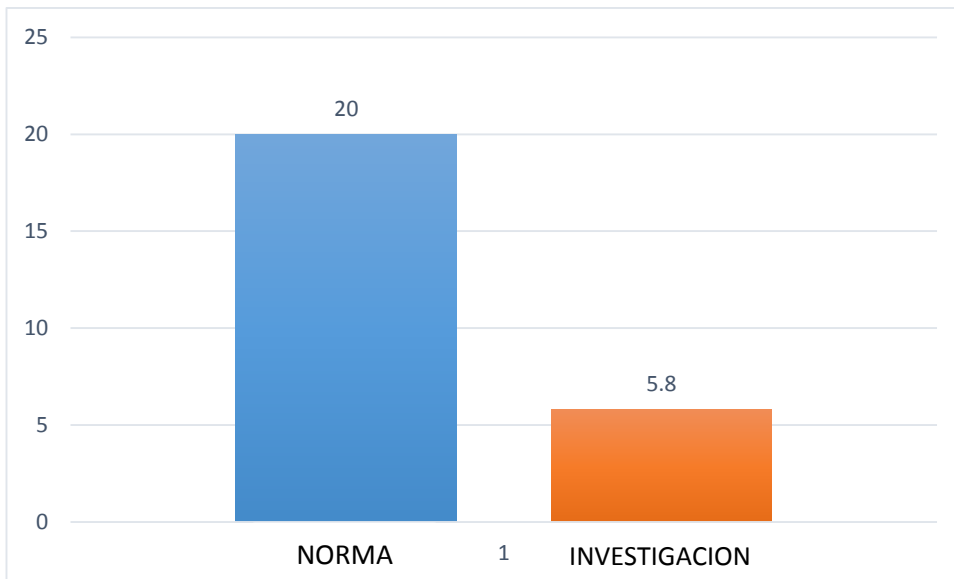
**Gráfico N° 1:** Nivel de mercurio en los estudiantes antes de las restauraciones con amalgama dental.



**Gráfico N° 2:** Nivel de mercurio en los estudiantes después de las restauraciones con amalgama dental

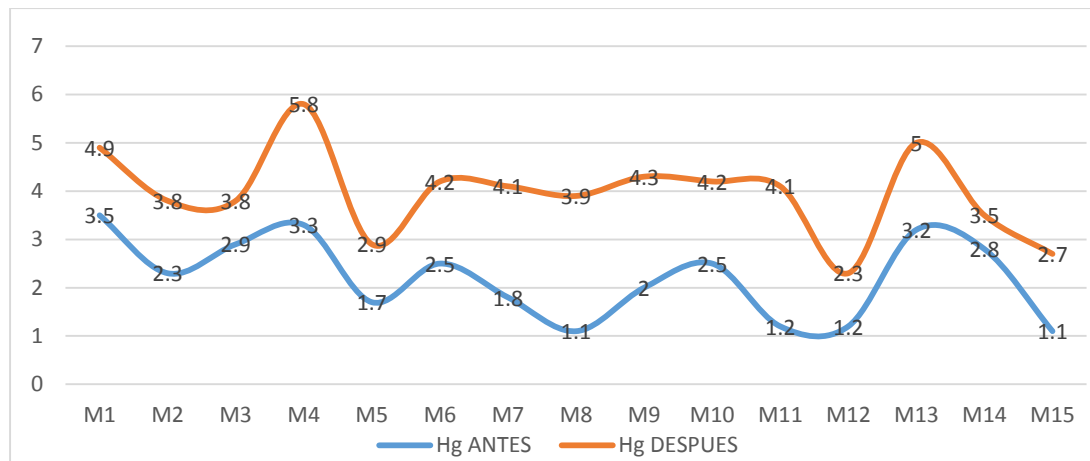


**Gráfico N° 3:** Nivel promedio de mercurio según el número de superficies obturadas



**Gráfico N° 4:** Comparación del nivel de mercurio obtenido de las muestras, con el nivel determinado según la OMS.

## 5.2. Análisis inferencial.



$t = -10,117$  (P<0.01)

**Gráfico N° 5:** Comparación de nivel de mercurio en estudiantes antes y después

**En el gráfico N° 1.** Se muestra los niveles de concentración de mercurio para todas las muestras analizadas, antes de las restuaraciones con amalgama dental, un promedio de 2,21 ug Hg/L, un valor mínimo de 1,1 ug Hg/L y maximo de 3,5 ug Hg/L.

**En el gráfico N° 2.** Se muestra el nivel de concentración de mercurio para todas las muestras analizadas después de las obturaciones con amalgama dental, un promedio de 3.97 ug Hg/l, el nivel mínimo 2.3 ug Hg/L y máximo 5.8 ug Hg/L.

**En el gráfico N° 3.** Se establece la relación entre el nivel de concentración mercurio con el número se superficies de amalgama colocadas, observándose que las concentraciones de Hg en el organismo se incrementan a medida que se incrementa la cantidad de amalgama dental manipuladas, observándose en el gráfico que el incremento de nivel de mercurio en los estudiantes que realizaron tres superficies de amalgama fue de 1.4 ug Hg/L, los que realizaron cuatro superficies 1,9 ug Hg/L, los que realización cinco restauraciones 2 ug Hg/L y los que realizaron seis restauraciones 2,9 ug Hg/L

**En el gráfico N° 4.** Se realiza la comparacion del valor màximo de concentracion de mercurio obtenido de las muestras de orina analizadas, con el valor establecido por la OMS como límite permisible no toxico para la salud humana, apreciandose que el valor obtenido en la investigacion se encuentra por debajo de dicho limite.

**En el gráfico N° 5.** Se muestra los niveles de concentración de mercurio en las muestras de orina de los estudiantes, expresado en ug/l, observamos que los valores obtenidos se encuentran en un rango comprendido de 1.1 ug Hg/L antes, y de 5.8 ug Hg/L despuès de realizar procedimientos restaurativos con amalgama dental, habiendose obtendio valores superiores en la segunda muestra recolectada, asimismo al efecutuar la comparación de ambos resultados se encontró que existe diferencia significativa.

### 5.3. Comprobación de hipótesis, técnicas estadísticas empleadas

El resultado se ha obtenido empleando el sistema IBM SPSS, estadísticos descriptivos, prueba t de Student.

#### Prueba T

##### Estadísticas de muestras relacionadas

		Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 1	Hg ANTES	2.207	15	.8371	.2161
	Hg DESPUÉS	3.967	15	.9005	.2325

##### Correlaciones de muestras relacionadas

		N	Correlación	Sig.
Par 1	Hg ANTES & Hg DESPUÉS	15	.702	.004

##### Prueba de muestras relacionadas

	Diferencias relacionadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				Inferior	Superior			
Par 1 Hg ANTES - Hg DESPUÉS	-1.7600	.6738	.1740	-2.1331	-1.3869	-10.117	14	.000

Al efectuar la comprobación de hipótesis podemos observar que, en el cuadro estadístico de muestras relacionadas, la media, tamaño muestral, desviación estándar y media de error estándar, para cada una de los dos resultados de las muestras de orina. A continuación, vemos la correlación existente entre la pareja de valores escogida. Finalmente, encontramos los resultados de la prueba de muestras emparejadas: media, desviación estándar y media del error estándar, la media para las dos muestras, un intervalo de confianza y un contraste para la diferencia de las medias, así como el grado de libertad. Obteniéndose que la significación o P-valor es 0.000, por lo que se concluye que hay diferencia significativa entre ambas muestras.



#### 5.4. Discusión

Es importante tener presente que el uso de pruebas biológicas para detectar el mercurio, va a depender de varios factores, como el control de calidad en el análisis de laboratorio (manipulación de muestras, sensibilidad de la técnica de análisis), y tiempo de exposición. En el presente estudio, la manipulación de las muestras se ha realizado teniendo en cuenta los cuidados básicos que permitan minimizar la posibilidad de contaminación o de alteración de las muestras y por ende los resultados de las mismas.

En la presente investigación se obtuvo como resultados que la media de la muestra tomada antes de la restauración con amalgama dental fue de 2,21 ug Hg/L resultado que es mayor a lo obtenido en la investigación realizada por Goodrich JM. y col <sup>(3)</sup>. La concentración de mercurio encontrada puede haber variado debido al modo de la manipulación; en la presente investigación los estudiantes han sido quienes realizaron la mezcla del mercurio y limadura de plata empleando para ello un pilón y motero de vidrio, y en el estudio previo utilizaron amalgamador, por lo que ello pudo ocasionar la variación encontrada.

Se observó que las concentraciones de mercurio de las muestras de orina de todos los estudiantes de Estomatología después de realizada la restauración con amalgama dental, el promedio de concentración de mercurio fue de 3.96 ug Hg/L, lo cual es similar a lo obtenido en sus investigaciones de Mendiburu CE y col.<sup>(2)</sup> y Goodrich JM. y col.<sup>(3)</sup> Sin embargo, a pesar de que estos valores se encuentren por debajo de los límites biológicos reportados por la norma, no quiere decir que no habrá riesgo, solo significa que el riesgo para la salud está controlado, es muy importante alcanzar las mínimas concentraciones de este contaminante en el organismo humano para garantizar la salud.

Al establecer la relación entre el número de superficies restauradas por los estudiantes de Estomatología, y el nivel de concentración de mercurio en orina, se ha establecido que, a mayor cantidad de superficies de amalgama dental restauradas, mayor es el nivel de concentración de mercurio en orina, por lo que se coincide con la investigación previa realizada por Baek H y col <sup>(1)</sup>.

Al comparar los niveles de concentración de mercurio de las muestras de orina de los estudiantes de Estomatología, antes de realizadas las restauraciones de amalgama dental (media: 2,21) y las muestras recolectadas después (media: 3,97), se puede observar que hay un incremento significativo en el nivel de concentración de mercurio en la segunda muestra de todos los estudiantes.

Los niveles de concentración de mercurio en las muestras de orina recolectada después de realizadas las obturaciones de amalgama dental por los estudiantes de Estomatología, fue: valor mínimo 2,3 ug Hg/L y valor máximo de 5.8 ug Hg/L de orina; las concentraciones obtenidas están por debajo del límite establecido en la normativa (20 ug Hg/L). Estos niveles de concentración de mercurio son el resultado de una exposición ocupacional en la práctica odontológica y que junto con otros factores como: uso de protocolos de higiene en el trabajo, número de amalgamas manipuladas, entre otros, nos aportan una relación directa de la concentración de mercurio en el organismo, lo cual es importante para su análisis.

La concentración de mercurio encontrada en las muestras estudiadas, refleja las medidas preventivas que han sido adoptadas por éstos, mediante el uso de guantes, mascarillas y mandil.

## 5.5. Conclusiones

Se comparó los niveles de concentración de mercurio en orina de los estudiantes, de las muestras de antes y después, observándose que se encuentran incrementados después de realizar la restauración con amalgama dental.

Se realizó la medición del nivel de mercurio en orina de los estudiantes antes de las restauraciones con amalgama dental, obteniéndose resultados entre 1.1 ug Hg/L y 3.5 ug Hg/L.

Se realizó la medición de los niveles de mercurio en orina de los estudiantes después de las restauraciones con amalgama dental, obteniéndose niveles de concentración de mercurio entre 2.3 ug Hg/L y 5,8 ug Hg/L.

Se detectó el nivel de mercurio en orina según el número de superficies obturadas, observándose que a mayor número de superficies restauradas mayor es la concentración de mercurio en orina, el incremento del nivel de mercurio en los estudiantes que realizaron tres superficies de amalgama fue de 1.4 ug Hg/L, los que realizaron cuatro superficies 1,9 ug Hg/L, los que realizaron cinco restauraciones 2 ug Hg/L y los que realizaron seis restauraciones 2,9 ug Hg/L.

Se realizó la comparación del nivel de concentración de mercurio obtenido de las muestras de orina de los estudiantes, con los valores establecidos por la OMS, para lo cual se tomó el valor máximo obtenido después de las restauraciones de amalgama dental que fue de 5,8 ug Hg/L, resultado que se encuentran por debajo de los límites permisibles establecidos por la OMS (20 ug/L).

## **5.6. Recomendaciones**

- ✓ Se recomienda tener en cuenta todas las medidas de higiene y seguridad posibles para minimizar la exposición al mercurio y someterse a controles periódicos para evaluar los niveles del este metal en el organismo.
- ✓ Se debe trabajar en espacios bien ventilados, si se usa aire acondicionado, éste debe tener circulación de aire hacia fuera y se debe evitar la calefacción del piso.
- ✓ Realizar estudios longitudinales de niveles de concentración de mercurio a mediano plazo.

# ANEXOS

➤ Datos fuentes de la investigación

**Tabla N° 6:** Nivel de Mercurio en la orina de los estudiantes (ugHg/L)

<b>MUESTRA</b>	<b>Hg ANTES</b>	<b>Hg DESPUÉS</b>	<b>N° DE SUPERFICIES</b>
M1	3.5	4.9	2
M2	2.3	3.8	2
M3	2.9	3.8	4
M4	3.3	5.8	4
M5	1.7	2.9	2
M6	2.5	4.2	3
M7	1.8	4.1	4
M8	1.1	3.9	5
M9	2	4.3	4
M10	2.5	4.2	3
M11	1.2	4.1	6
M12	1.2	2.3	5
M13	3.2	5	4
M14	2.8	3.5	3
M15	1.1	2.7	4

En la tabla 6. Se muestra las concentraciones de mercurio obtenidos de las muestras de orina expresados en ug/L, apreciándose el valor mínimo de 1.1 a 3.5 en la primera muestra y 2,3 a 5,8 en la segunda muestra de orina.

**Tabla N° 7:** Estadísticos descriptivos del nivel de Mercurio en la orina de los estudiantes (ugHg/L)

<b>Unidades de medida</b>	<b>Valores antes</b>	<b>Valores después</b>
Mínimo	1.1	2.3
Q1	1.45	3.65
Promedio	2.21	3.97
Q3	2.85	4.25
Máximo	3.5	5.8

En la Tabla 7. Se muestra el valor mínimo, la letra Q1 es el cuartil 1, promedio y Q3 es el cuartil tres y el valor máximo.

➤ Hoja de recolección de datos

<p><b>FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS</b></p> <p>✓ NOMBRES Y APELLIDOS DEL ESTUDIANTE:</p> <p>✓ NÚMERO DE SUPERFICIES OBTURADAS CON AMALGAMA DENTAL:</p> <p>✓ NIVEL DE MERCURIO EN ORINA BASAL:</p> <p>✓ NIVEL DE MERCURIO 24 HORAS DESPUÉS DEL TRATAMIENTO:</p>
--

## CONSENTIMIENTO INFORMADO

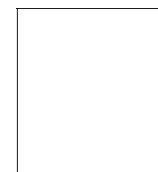
Por el presente documento estamos solicitando a usted su cooperación voluntaria para ser incluido dentro de la investigación que se desarrollará en la Escuela de Estomatología de la Universidad Alas Peruanas – Trujillo, Clínica Docente Estomatológica, cuyo propósito es estimar el nivel de mercurio en la orina antes y posterior a la realización de obturaciones con amalgama dental.

Agradecemos su colaboración, si le surge alguna duda puede realizar las preguntas que necesite.

Si ha comprendido lo anterior y está de acuerdo en autorizar su participación.

Declaración de autorización:

Yo, .....; identificado con  
DNI N° ..... y domiciliado en:  
..... he comprendido el propósito de  
este estudio y acepto voluntariamente participar como una de las personas de la  
muestra.



Huella digital

.....

Firma del Estudiante

Fecha. ....del\_2017

Responsable del Proyecto: Bach. Jesé Tamay Altamirano



**IMAGEN N° 1:** Mezcla de amalgama



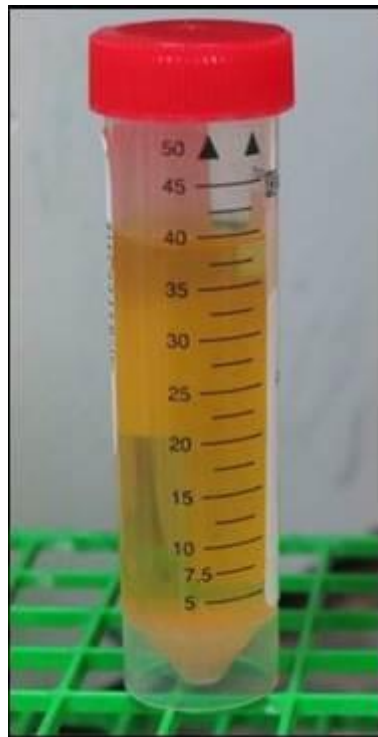
**IMAGEN N° 2:** Restauración con amalgama dental



**IMAGEN N° 3:** Restauración de amalgama terminada



**IMAGEN N° 4:** Muestra de orina



**IMAGEN N° 5:** Instrumento de medición (EAA)



## REFERENCIAS

1. Mortazavi SMJ, Neghab M, Anoosheh SMH, et al. High-field MRI and mercury release from dental amalgam fillings. *Int J Occup Environ Med* 2014;5:101-105.
2. Dutton J. The association between amalgam dental surfaces and urinary mercury levels in a sample of Albertans a prevalence study. *Journal of Occupational Medicine and Toxicology* 2013; 8:22.
3. Ozdabak N. The effects of amalgam restorations on plasma mercury levels and total antioxidant activity, *Arch Oral Biol.* 2008; Dec; 53(12):1101-6.
4. Zavala M. et al, Mercurio total en cabello de cirujanos dentistas de practica general. *Rev Odontol Latinoam* 2011;(1): 11-16.
5. Kasraei Sh, Mortazavi H, Vahedi M, Bakianian P, Assary MJ. Blood Mercury Level among Dental Practitioners (Tehran-Iran). *Journal of Dentistry* 2010; (3) 55:63
6. Kaaber S. Allergy to dental materials with special reference to the use of amalgam and polymethyl metacrylate. *Dental J.* 2014;(4):359-365.
7. Torres M, Iribarra R, Ortega A, Romo F, Campos F. Riesgos de Intoxicación con Biomateriales en Odontología. *Revista Dental de Chile.* 2002; 93(3):17-22.
8. Takahashi Y, Tsuruta S, Hasegawa J, Kameyama Y, Yoshida M. Release of mercury from dental amalgam fillings in pregnant rats and distribution of mercury in maternal and fetal tissues. *Toxicology* 2010;(13):115-126.
9. Sepúlveda L, Agudelo L, Arengas A. El mercurio y sus implicaciones en la salud y en el ambiente. 2007; (27):1909-2474
10. Razagui IB, haswell SJ. Mercury and selenium concentrations in maternal and neonatal scalp hair, relationship to amalgam based dental treatment received during pregnancy. *Biol Trace Elem Res.* 2011;(18):1-19.
11. Zavala M. et al, Mercurio total en cabello de cirujanos dentistas de practica general. *Rev Odontol Latinoam* 2011;(1): 11-16.

12. Richardson GM. La exposición al mercurio y los riesgos de la amalgama dental. 2013; (24) 2-25.
13. Haikel Y, Livardjani F. Effect of placing removing and polishing of amalgam restorations on 24-h urinary mercury concentration. Journal of Material Sciece. 2005;(3)557-560.
14. Rotstein I, Dogan H. Mercury release from dental amalgam after treatment with 10% carbamide peroxide in vitro. 2009;(2):216-219.
15. Morales I, Reyes R. Mercurio y salud en la odontología, Rev Saúde Pública 2003;37(2):266-72
16. Bratel J, Hakenberg M, Jontell M. Effect of replacement of dental amalgam on oral lichenoid reactions. Journal Dent 2011 ;(24):p. 41-45.
17. Halbach S, Welzl G, Kremers L, Willruth H, Mehl A, Wack FX et al. Steady-state transfer and depletion kinetics of mercury from amalgam fillings. Sci Total Environ 2000;25:p. 13-21.
18. Stonehouse C, Newman AP. Mercury vapour release from a dental aspirator. Br Dent J May 2011;(10):558-560.
19. Eide R, Schionning JD. Autometallographic demonstration of mercury in rat molars. Scand J Dent Res. 1994;(12):76-80.
20. Howard W, Leonard D. Potential health and environmental issues of mercury contaminated amalgamators. JADA 2011;(13) 58-64.
21. Galvao L, Corey G. Mercurio serie vigilancia siete. Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud, Organización Panamericana de Salud y Organización Mundial de la Salud. Metepec, México, 1987;1-34.
22. Pérez P, Del Río B. Recomendaciones sobre el tratamiento de los residuos de mercurio procedentes de las amalgamas de plata usadas en odontoestomatología. 2011;(10) 617-620.

23. Robbins D. Mercury in urine. Methods for biological monitoring. A Manual for assessing human exposure to hazardous substances. Apha. Washington DC. 2013;213- 218.
24. Clarkson T, Magos L, Myers GJ. The Toxicology of Mercury Current Exposures and Clinical Manifestations. N. Engl .J. Med. 2013; 349:1731-7.
25. Rocha E. Principios básicos de espectroscopía. Uach, (2000) 123-203.