



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
DPTO. DE FORMACION INTEGRAL DEL HOMBRE
INFORME DE INVESTIGACIÓN

Riesgo de la contaminación por plomo a partir de dientes primarios exfoliados

Autores: Br. Marín V María Graciela
Br. Márquez G María Isabel

Tutor Académico: Prof. Ma. Cristina Aguilera

Naguanagua, Noviembre 2013



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
DPTO. DE FORMACION INTEGRAL DEL HOMBRE
INFORME DE INVESTIGACIÓN

Área disciplinar: Odontología del Niño y del Adolescente

Línea: Bioseguridad y Calidad de Vida

Temática: Calidad de Vida

Subtemática: Representaciones sociales

Autores: Br. Marín V María Graciela
Br. Márquez G María Isabel

Tutor Académico: Prof. Ma. Cristina Aguilera

Naguanagua, Noviembre 2013



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
Facultad de Odontología

ACTA DE APROBACIÓN

En nuestro carácter de evaluadores del trabajo de grado presentado por los ciudadanos **María Graciela Marín**, C.I. **18.746.966** y **María Isabel Marquez**, C.I. **18.747.875** cuyo título es: “**Riesgo de la contaminación por plomo a partir de dientes primarios exfoliados**”, consideramos que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos indispensables para su aprobación.

En Valencia, a los 21 días del mes de noviembre de 2013

Prof. Nombre y Apellido

C.I.

Prof. Nombre y Apellido

C.I.



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
DPTO. DE FORMACION INTEGRAL DEL HOMBRE
INFORME DE INVESTIGACIÓN

CARTA DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR

Yo, **María Cristina Aguilera M** titular de la Cédula de Identidad N° **15.205.776**, de Profesión **Odontólogo**

Por la presente hago constatar que acepto asesorar en calidad de Tutor el Informe Final de Investigación elaborado por el (la) Ciudadano(a):

- 1) **María Isabel Marquez** CI: **18.747.875**
- 2) **María Graciela Marín** CI: **18.746.966**

Cuyo Título es: **Riesgo de la contaminación por plomo a partir de dientes primarios exfoliados**

Dicha tutoría comprende desde la elaboración del Proyecto de Investigación hasta la presentación y entrega del Trabajo Final.

En Bárbula, a los 20 días del mes de enero del 2012

Firma: _____

C.I.

DEDICATORIA

A mi madre María Auxiliadora Villalobos y a mi padre Henry Marín, por ser grandes ejemplos de vida, por su amor infinito y apoyo incondicional.

A mi hermano Henry Marín, por estar siempre presente acompañándome en esta etapa que culminaremos juntos.

A María Isabel Marquez, compañera de estudio durante estos 5 años, pero sobre todo verdadera amiga, por su paciencia, comprensión y constante apoyo a lo largo de nuestra carrera. Eres un gran ejemplo a seguir.

María Graciela Marín

A mis padres Vilma Gonzalez y Abelardo Marquez, por todos sus esfuerzos realizados para ayudarme siempre en todo lo necesario durante mi carrera , por su apoyo , palabras de aliento día a día durante estos 5 años, su amor y porque gracias a ellos hoy me encuentro alcanzando uno de mis mayores logros.

A mi hermano Abelardo Jesus, por siempre brindarme su ayuda, cariño y hasta ser uno de los primeros pacientes de mi carrera.

A mis abuelos Isabel Colon y Angel Gonzalez, por bendecirme todos los días y siempre darme sus palabras de aliento.

A María Graciela Marín, amiga incondicional con quien he pasado 5 maravillosos años de carrera, quien siempre lleva alegría en los momentos difíciles y quien me dio su confianza, ayuda, apoyo y sobre todo amistad verdadera. Gracias por todo; de ahora en adelante amigas y colegas.

Maria Isabel Marquez

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por brindarnos la fuerza y la sabiduría necesaria para sobrellevar las dificultades.

A los profesores María Cristina Aguilera, Alba Cabrera, Gustavo Pinto y Marilyn Rangel, por ser guía y apoyo durante todo el proceso de este proyecto.

A los licenciados Ivone Durán, Alves Sarmiento, Mary Carmen de Armas y Luz Bettina Villalobos, por la colaboración prestada para llevar a cabo la investigación.

A Hidrolab Toro Consultores C.A, al Centro de Investigaciones Toxicológicas de la Universidad de Carabobo (Cituc), Centro de Investigaciones Químicas de la Facultad de ingeniería de la Universidad de Carabobo y Fundación Centro de Salud Comunal y Desarrollo Integral (Cesade) de Tocuyito estado Carabobo por ser parte fundamental para la realización de este proyecto de investigación.



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
DPTO. DE FORMACION INTEGRAL DEL HOMBRE
INFORME DE INVESTIGACIÓN

RIESGO DE LA CONTAMINACIÓN POR PLOMO A PARTIR DE DIENTES
PRIMARIOS EXFOLIADOS

Marín V María Graciela Márquez G María Isabel
Universidad de Carabobo. Facultad de Odontología.
Chela0612@hotmail.com

RESUMEN

El plomo es un metal tóxico que afecta diversos sistemas y aparatos del ser humano, causando daños irreversibles y presentándose de forma más crítica en los niños durante su crecimiento. Por esto es importante obtener un diagnóstico precoz de cuando dicho metal se encuentra en el organismo y actualmente se han realizado estudios en donde se utilizan dientes como indicador biológico para determinar intoxicación por plomo y de esta manera establecer zonas en riesgo de contaminación. La presente investigación busca determinar el riesgo de contaminación por plomo a través de dientes primarios exfoliados de los niños que asisten al área de Odontopediatría de la Fundación Centro de Salud Comunal y Desarrollo Integral (CESADE) de Tocuyito estado Carabobo durante el periodo Febrero-Abril del 2013. Este estudio estuvo enmarcado en una investigación de tipo descriptiva y un diseño no experimental transeccional donde se utilizó una técnica de observación indirecta y donde fueron seleccionados 46 dientes primarios exfoliados de la población objeto de estudio de acuerdo a ciertos criterios de inclusión para ser cuantificadas las concentraciones de plomo presentes mediante la digestión y espectrofotometría de emisión óptica acoplada inductivamente a plasma para su posterior análisis. Los resultados obtenidos mostraron niveles de plomo no detectables, por lo tanto se concluye que para la muestra estudiada existe un bajo riesgo de contaminación por plomo según pruebas realizadas a partir de dientes primarios exfoliados.

Palabras clave: Intoxicación por plomo, dientes primarios exfoliados, bioindicador, contaminación.

INDICE GENERAL

	pp.
CARTA DE APROBACIÓN	iii
CARTA DE ACEPTACIÓN DE TUTOR.....	iv
DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTOS	vi
RESUMEN	vii
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPITULO I EL PROBLEMA	
Planteamiento del Problema	3
Objetivos de la investigación	6
Objetivo General	6
Objetivos Específicos	7
Justificación de la investigación	7
CAPITULO II MARCO TEÓRICO	
Antecedentes de la investigación	10
Bases Teóricas.....	¡Error! Marcador no definido.
El Plomo	¡Error! Marcador no definido.
Fuentes del plomo.....	¡Error! Marcador no definido.
Manifestaciones Clínicas.....	¡Error! Marcador no definido.
Metabolismo del plomo: absorción, deposición y excreción.....	¡Error! Marcador no definido.
Riesgo de la toxicidad del Plomo en los niños	18
Bioindicadores del Plomo	18
Sangre (Plasma/suero)	19
Hueso.....	¡Error! Marcador no definido.0
Dientes.....	¡Error! Marcador no definido.
Métodos para la determinación de plomo en los dientes	25
Definición de términos	¡Error! Marcador no definido.
Sistema de Variables.....	28

Operacionalización de las Variables..... 29

CAPITULO III MARCO METODOLÓGICO

Tipo de investigación..... ¡Error! Marcador no definido.

Diseño de la investigación..... ¡Error! Marcador no definido.

Población y muestra..... ¡Error! Marcador no definido.

Técnica de recolección de datos ¡Error! Marcador no definido.

Instrumento de recolección de datos..... ¡Error! Marcador no definido.

Validez del instrumento ¡Error! Marcador no definido.

Procedimientos Metodológicos..... ¡Error! Marcador no definido.

Procesamiento y análisis de datos ¡Error! Marcador no definido.

CAPITULO IV ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Análisis e interpretación de resultados ¡Error! Marcador no definido.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones..... ¡Error! Marcador no definido.

Recomendaciones..... ¡Error! Marcador no definido.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 40

ANEXOS

A. Ficha de registro de datos..... ¡Error! Marcador no definido.

B. Validación del Instrumento..... ¡Error! Marcador no definido.

C. Consentimiento Informado..... 51

D. Reporte de Análisis de Laboratorio..... 53

Introducción

El plomo es un metal tóxico no biodegradable ampliamente distribuido en el medio ambiente que tiene efectos en diversos sistemas y aparatos del ser humano, pudiendo causar daños permanentes e irreversibles, siendo más crítico para el feto en desarrollo y para el niño en crecimiento que para los adultos.

Además, no posee ninguna función útil en el organismo; por lo tanto, no debería estar presente. Por esto es muy importante tomar en cuenta el riesgo de intoxicación que puede padecer una población que se encuentre expuesta a dicho metal.

Actualmente existe un método de diagnóstico en cual se utilizan dientes como indicador biológico para determinar este tipo de intoxicación. Es un método novedoso que aunque ha sido aplicado en otros países, en Venezuela se conoce poco del mismo.

La presente investigación permitirá conocer el riesgo que corre la población infantil ante la contaminación por plomo que existe en los diferentes sectores de procedencia del Municipio Libertador del estado Carabobo, al determinar la concentración de plomo a través de los dientes primarios exfoliados de los niños.

Además, el presente trabajo aportará un beneficio a la población infantil, ya que empleará un procedimiento de diagnóstico atraumático en donde el niño podrá estar tranquilo y sin dolor puesto que los dientes utilizados como muestra en el estudio solo serán obtenidos una vez que el niño comience con el recambio dentario.

Por otra parte, esta investigación será el punto de partida para el desarrollo de estudios más amplios en Venezuela acerca de la contaminación ambiental causada por este metal, proyectos que en un futuro

conllevarán al bienestar, salud y disminución del índice de contaminación si se toman las medidas necesarias para ello.

El presente informe de investigación consta de 4 capítulos: el capítulo I contiene el problema, los objetivos y la justificación de la investigación; el capítulo II comprende el marco teórico que abarca los antecedentes, bases teóricas, sistema de variables y cuadro de operacionalización de las variables; el capítulo III consta de tipo de investigación, diseño de la investigación, población y muestra, técnica e instrumento de recolección de dato, validez, procedimiento y procesamiento y análisis de datos. El capítulo IV contiene los resultados y al final se presentan las conclusiones y recomendaciones de la investigación.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

Planteamiento del Problema

En la actualidad, el incremento de la población humana y de la actividad industrial ha influenciado gradualmente en la redistribución de muchos metales tóxicos desde la corteza terrestre al medio ambiente que lo rodea, por ejemplo, en el aire, plantas, animales de uso alimentario, aguas de los ríos, océanos, lagos e incluso en el suelo, provocando que la población humana quede expuesta a estos. Entre los metales tóxicos, el plomo es de gran prevalencia en el medio ambiente. Cabe señalar que la toxicidad del plomo ha avanzado sustancialmente en las últimas tres décadas, y el enfoque ha cambiado desde efectos por exposición a dosis altas en individuos clínicamente sintomáticos, a efectos por exposición a dosis bajas que no causan síntomas, particularmente en fetos y niños.¹

En un estudio reciente realizado en Nigeria, se observó a través de una encuesta llevada a cabo por los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC) de los Estados Unidos de América a petición del Ministerio de Salud Federal de Nigeria que en el Estado de Zamfara hay, como mínimo, 43 pueblos con casos confirmados de intoxicación por plomo y que por lo menos en siete de esos pueblos hay niños que necesitan tratamiento quelante, sin contar con los siete pueblos en los que ya se ha procedido a la rehabilitación medioambiental.² Así mismo en China, cientos de miles de niños están condenados a discapacidades físicas y mentales permanentes debido a exposición a plomo causada por contaminación industrial.³ En cuanto a México, en un estudio realizado en cuatro zonas del

país los valores obtenidos de plomo en la población presentaron valores extremos desde los 22 µg/dl hasta los 52 µg/dL.⁴

Cabe destacar que Venezuela se encuentra entre los tres países de Latinoamérica con mayor contaminación, incluso por encima de México. En estudios realizados acerca de la contaminación del aire se tomaron en cuenta tres ciudades: Caracas, Puerto La Cruz y Maracay y se llegó a la conclusión que el país emite 41µg/m³ el doble de lo establecido por la Organización Mundial de la Salud.⁵

Así mismo, en el estado Carabobo se presenta un nivel de contaminación por plomo considerable en zonas industriales en donde se ha visto afectado el principal suministro de agua de la región conocido como el embalse Pao Cachinche, en el cual vierten sus aguas el Lago de Valencia y el río Cabriales los cuales presentan gran contaminación de desechos orgánicos e industriales, entre ellos, metales pesados como el plomo, que no son eliminados en el proceso de purificación de aguas llegando en estas condiciones a los hogares de los carabobeños.⁶

Es importante explicar que la intoxicación por plomo ocurre luego de la exposición a este metal, ya sea por inhalación o ingestión. Dado que este posee varios usos, se puede encontrar en diversas fuentes como pueden ser baterías para autos, aditivo en la gasolina, revestimiento de cables, producción de tuberías, cisternas, fabricación de municiones, pinturas de viviendas construidas antes de 1978, fabricación de cristales, esmaltado de cerámica, soldadura de latas, entre otros. Ciertamente la Organización Mundial de la Salud define como intoxicación por plomo los valores de plomo en sangre de más de 15 µg/dl.⁷

De igual manera, para el Centro de Control y Prevención de Enfermedades el nivel de intoxicación por plomo en niños es igual o mayor a 10 µg/dl y en adultos es de 25 µg/dl.⁸

Ahora bien, es más común que la intoxicación por plomo se dé por acumulación lenta y en este caso puede que no se presenten síntomas obvios. Sin embargo, al no ser detectado oportunamente la exposición al plomo, con el tiempo puede causar daños tanto en adultos como en niños, siendo estos últimos más susceptibles puesto que puede afectar el cerebro y nervios en desarrollo. Entre los primeros síntomas debido a una dosis alta de intoxicación por plomo se pueden encontrar dolor y cólicos abdominales, anemia, dolores de cabeza, pérdida de habilidades del desarrollo, falta de energía e inapetencia. Estos síntomas a su vez acarrear complicaciones tales como problemas de comportamiento o atención, reducción del coeficiente intelectual, problemas auditivos, daño renal, problemas de crecimiento, vómitos, ataques epilépticos, estados de coma e incluso la muerte. Todos estos aspectos están estrechamente relacionados a la falta de un diagnóstico temprano de intoxicación.⁹

Por ende, es importante la búsqueda de concientización de la población venezolana, en especial de las autoridades regionales del municipio Libertador del estado Carabobo para que presten atención a este problema y se comprometan a adoptar nuevas medidas a largo plazo para evitar las graves consecuencias de por vida que tendrá la intoxicación por plomo para las próximas generaciones. Se sugiere la utilización de la técnica de determinación por plomo a través del uso de dientes primarios exfoliados, siendo posible su aplicación en aquellos niños que se encuentran en edad de recambio dentario; esta técnica facilita el proceso de obtención de muestras y determina la historia de la contaminación por plomo en el paciente; es decir, indica desde hace cuánto tiempo el niño se encuentra contaminado por plomo. Vale la pena señalar que este tipo de procedimiento se ha llevado a cabo en diferentes países como Brasil, Colombia, Turquía, Kuwait, Austria, y Kosovo obteniendo resultados positivos que han sido útiles para el diagnóstico de intoxicación por plomo en niños expuestos a la

contaminación¹⁰, método de diagnóstico que en Venezuela se conoce poco y hasta ahora no se han publicado estudios donde haya sido aplicado.

A través de esta investigación se cuantificarán las concentraciones de plomo contenidas en los dientes primarios exfoliados de los niños que asisten al área de Odontopediatría de la Fundación Centro de Salud Comunal y Desarrollo Integral (CESADE), residentes de las diferentes localidades del municipio Libertador del estado Carabobo durante el periodo febrero-abril del 2013 mediante la clasificación de las muestras de acuerdo a género y grupo dentario que luego serán procesadas a través de la espectrofotometría de absorción atómica.

A partir de la problemática expuesta en la presente investigación surge la siguiente interrogante, ¿Cuáles serán las concentraciones de plomo presentes en los dientes primarios exfoliados de los niños que asisten al área de Odontopediatría de la Fundación Centro de Salud Comunal y Desarrollo Integral (CESADE) de Tocuyito estado Carabobo durante el periodo Febrero-Abril del 2013?

Objetivos de la investigación

Objetivo General

Determinar el riesgo de contaminación por plomo a través de dientes primarios exfoliados de los niños que asisten al área de Odontopediatría de la Fundación Centro de Salud Comunal y Desarrollo Integral (CESADE) de Tocuyito estado Carabobo durante el periodo Febrero-Abril del 2013.

Objetivos Específicos

- Cuantificar la concentración de plomo en dientes exfoliados del grupo incisivo de los niños objeto de estudio distribuido según género.
- Cuantificar la concentración de plomo en dientes exfoliados del grupo molar de los niños objeto de estudio distribuido según género.

Justificación de la investigación

La intoxicación por plomo se considera un grave problema de salud pública en el mundo. Tiene gran importancia en la edad pediátrica ya que los efectos perjudiciales se presentan en organismos en pleno desarrollo neurofisiológico. Esto obliga al pediatra a tener presente la existencia de esta intoxicación, estado que puede ser diagnosticado oportunamente a través de métodos desarrollados para tal fin. Actualmente existe un método de diagnóstico en cual se utilizan dientes como indicador biológico para determinar este tipo de intoxicación. Es un método novedoso, ya que aunque éste ha sido aplicado en otros países dando resultados positivos como alternativa a las pruebas de identificación de contaminación por plomo, en Venezuela se conoce poco.

Ahora bien, esta investigación al determinar la concentración de plomo a través de los dientes primarios exfoliados de los niños, permitirá conocer el riesgo que corre la población infantil ante la contaminación por plomo que existe en los diferentes sectores de procedencia del Municipio Libertador del estado Carabobo.

Además, traerá beneficios al Ministerio del Poder Popular para el Ambiente ya que esta investigación será el punto de partida para el desarrollo de estudios más amplios acerca de la contaminación ambiental

causada por este metal, proyectos que en un futuro conllevarán al bienestar, salud y disminución del índice de contaminación si se toman las medidas necesarias para ello.

Del mismo modo, la Facultad de Odontología de la Universidad de Carabobo será la primera institución junto con el Centro de Investigaciones Toxicológicas de la Universidad de Carabobo (CITUC) que empleará en el Estado el método de diagnóstico de intoxicación por plomo a través del uso de dientes primarios.

Por otra parte, esta investigación aportará un beneficio a la población infantil ya que empleará un procedimiento de diagnóstico atraumático en donde el niño podrá estar tranquilo y sin dolor puesto que los dientes utilizados como muestra en el estudio solo serán obtenidos una vez que el niño comience con el recambio dentario.

Así mismo, el resultado obtenido en el presente estudio será un incentivo para los profesionales pertenecientes al gremio odontológico, quienes al tener conocimiento acerca del uso de dientes como bioindicador de intoxicación por plomo, prestarán un gran apoyo a los investigadores y de esta manera se podrá continuar con el desarrollo de estudios a mayor profundidad, siendo esto un aporte novedoso para el área científica y diagnóstico de enfermedades en beneficio de la salud de los pacientes y población en general.

También, gracias a este estudio la población del municipio Libertador podrá conocer el riesgo de contaminación por plomo al que se encuentran expuestos. La rehabilitación es una tarea difícil y que requiere mucho tiempo. Para persuadir a la población de que adopte nuevas prácticas y comportamientos es necesario un esfuerzo continuo. Además, hay que seguir fortaleciendo la capacidad de Venezuela para diagnosticar y tratar la intoxicación por plomo. Por consiguiente, es necesario un compromiso a

largo plazo por parte de los líderes y las autoridades comunitarias, estatales, de los profesionales de la salud y del medio ambiente.

En definitiva, conocer el método de diagnóstico de contaminación por plomo a través de dientes primarios exfoliados traerá ventajas en grandes ámbitos, siendo esto un incentivo para continuar con su investigación y posterior empleo en la población venezolana.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

Antecedentes

Los antecedentes se definen como las investigaciones realizadas anteriormente que guardan relación con el problema en estudio. Ejemplo de ello se muestra a continuación, partiendo de investigaciones realizadas por diferentes autores en secuencia cronológica, compuesto cada uno por diferentes procedimientos, criterios y metodología pero que en común comparten un mismo objeto de estudio.¹¹

Cabe señalar entre las investigaciones, la realizada en el Departamento de Ciencias de la Salud de la Universidad Pública de Navarra (España), titulada “Estudio de la acumulación de plomo en dientes primarios en niños de la Comarca de Pamplona”, la cual tuvo como objetivo la determinación de los niveles de plomo en niños de la Comarca de Pamplona, utilizando como indicador biológico dientes primarios, relacionó la cantidad de plomo acumulado con factores de exposición, recogidos a través de una encuesta. Se analizaron 457 dientes mediante la técnica de Espectrofotometría de Absorción Atómica. No se obtuvieron niveles significativos de concentraciones de plomo en comparación con estudios realizados en años anteriores por lo que se relacionó a mejoras ambientales en dicha ciudad.¹²

En base a esto, se demostró la posibilidad de utilizar dientes primarios como indicador biológico del plomo. Además sugiere que existe una estrecha relación entre los factores ambientales y los niveles de plomo que pueden presentarse en el organismo. El estudio a desarrollar se asemeja al

antecedente citado en cuanto al uso de dientes primarios como indicador biológico de contaminación por plomo; no obstante, éste se desarrolló en un ámbito diferente al de la presente investigación.

Así mismo, en una investigación realizada en el Laboratorio del Acelerador Lineal en el Instituto de Física de la Universidad de Sao Paulo, Brasil, titulada “Estudio de la carga ambiental de plomo en los niños utilizando dientes como bioindicador”, se analizaron 74 dientes de niños entre 5 a 10 años de edad de una población de Sao Paulo, Brasil cercana a la represa contaminada de Guarapiranga, con el fin de medir concentraciones de plomo presentes en los dientes y luego se compararon con los resultados obtenidos de los niños que habitan en una zona lejos de la represa. La concentración de plomo se determinó por medio del espectrofotómetro de masas. Al agrupar los resultados en términos de género, tipo de diente y condición del diente, se concluyó que los molares cariados del género masculino son la vía de contaminación más eficiente para el plomo y que los niños que habitan cerca de la represa contaminada presentaron concentraciones de plomo más elevadas.¹³

Esta investigación realizada tiene relación con el presente trabajo puesto que se utilizaron dientes primarios como indicador biológico de plomo niños. Un aspecto resaltante de dicha investigación es que el autor señala como vía principal de contaminación por plomo aquellos molares que se encuentren cariados; difiriendo así de investigaciones realizadas por otros autores quienes toman los dientes cariados como criterio de exclusión en la investigación. A partir de esto, la presente investigación estableció criterios similares para la muestra a estudiar.

De igual manera, un aporte importante lo constituyen los hallazgos de una investigación realizada en el Departamento de Química de los Alimentos y Nutrición de la Facultad de Medicina, Universidad de Jagiellonian, Medyczna Cracovia, Polonia, titulada “Ventajas de la utilización de los dientes

primarios, el cabello, y análisis de sangre para el plomo y el cadmio de vigilancia biológica en los niños de Cracovia, Polonia” cuyo propósito fue el estudio de presencia de plomo y cadmio a través de la dentición primaria, cabello y sangre capilar en un grupo de 300 niños en edad preescolar. El contenido de Pb y Cd se midieron por espectrometría de absorción atómica con horno de grafito. Los resultados demostraron la ventaja del análisis de los dientes primarios para la detección de exposición al plomo de los niños en edad preescolar.¹⁴

En la investigación anteriormente mencionada se demuestra que los dientes primarios utilizados como indicador biológico poseen ventaja sobre otros indicadores biológicos del plomo para determinar contaminación por plomo, indicador biológico que será utilizado en la presente investigación.

Por su parte, en un trabajo realizado en la Universidad Estatal de San Diego (Estados Unidos de América), titulado “Niveles de plomo en los dientes exfoliados de niños de las ciudades gemelas de Hyderabad y Secunderabad, India”; tuvo como objetivo principal determinar la concentración de plomo en dientes deciduos exfoliados de niños residentes de las ciudades de Hyderabad y Secunderabad (India). Para esta investigación se recolectó un total de 32 dientes; cada diente fue identificado de acuerdo grupo dentario (incisivo, canino, premolar, molar) y su localización (superior o inferior). Se utilizaron criterios de inclusión y exclusión para la muestra las cuales fueron: dientes que pudieran ser identificados y con corona dentaria intacta. La muestra fue analizada a través de un microondas Onmi y posteriormente procesada a través de espectrometría de masas. Los resultados obtenidos determinaron la presencia de plomo en los dientes primarios, resultando un predominio en los incisivos superiores con respecto el resto de las unidades dentarias.¹⁵

Ciertamente este estudio realizado es un aporte importante a la investigación a desarrollar puesto que señala la posibilidad de encontrar

mayores concentraciones de plomo en unidades dentarias como incisivos superiores con respecto a otras. Con la presente investigación se buscará comprobar la veracidad de los resultados obtenidos en el estudio antes mencionado que indica una mayor presencia de plomo en incisivos con respecto a molares. Sin embargo, la muestra será también discriminada por género.

Bases Teóricas

Las bases teóricas ampliarán la descripción del problema, integrarán la teoría con la investigación y sus relaciones mutuas, es decir es la teoría del problema a desarrollar.¹⁶

El Plomo

En esta investigación se hace importante conocer el plomo (Pb), que no es más que un metal de color gris azulado que se encuentra en pequeñas cantidades en la corteza terrestre de un modo relativamente abundante, en un promedio de 16 mg/kg. Es un metal pesado, que posee un bajo punto de fusión y no tiene sabor ni olor característico. Se puede encontrar como metal puro, en aleaciones, y como compuestos orgánicos e inorgánicos. Fue uno de los primeros metales extraídos por el hombre a partir de la galena, la cerusita y la anglesita. Por sus propiedades físicas que le permiten formarse y moldearse es empleado en muchas aplicaciones.¹⁷

Fuentes del plomo

Antiguamente el plomo fue utilizado en las civilizaciones como una fuente de plata y en la producción de artículos tan diversos como platos, pigmentos,

pesos y monedas. Hay que destacar que existen estudios científicos que han demostrado cantidades mínimas de plomo en dientes y huesos del hombre prehistórico y en poblaciones pre industrializadas.¹⁸

Cabe señalar que este metal se puede encontrar en diversas partes del medio ambiente. El plomo pasa continuamente entre el aire, el agua y el suelo por sustancias naturales y procesos físicos atmosféricos como el escurrimiento, precipitación, deposición seca de polvo, y flujo de ríos. Las partículas de plomo son eliminadas de la atmósfera principalmente por deposición húmeda y seca.¹⁷

Por otra parte, el plomo tiene muchas aplicaciones. Se usa en la fabricación de baterías, municiones, productos metálicos (láminas de plomo, soldaduras y cañerías), en dispositivos para protección contra radiaciones ionizantes “gamma” y “x”, en computadoras, televisores y equipo médico (Resonancia Magnética Nuclear), soldaduras para equipo electrónicos, cerámicas para tecnología de ultrasonido, lentes de alta precisión para láser y fibras ópticas, entre otros. Además, en la década de 1920 era utilizado como aditivo en la gasolina para mejorar la eficiencia del combustible y reducir el desgaste de motores de vehículos y hasta 1978 era utilizado para la fabricación de pinturas, uso que fue prohibido por el gobierno federal de los Estados Unidos en dicho año.¹⁷

En cuanto al uso del plomo en Venezuela, este fue eliminado de la gasolina a finales del año 1999. Igualmente la cantidad de plomo añadido a las pinturas y productos de cerámica y soldadura también se ha reducido en los últimos años para minimizar los efectos dañinos del plomo en personas y animales.¹⁹

Por el contrario, el plomo liberado a partir de fuentes naturales, como los volcanes, el polvo arrastrado por el viento, son menores en comparación con las fuentes antropogénicas. Destacando así las principales fuentes de contaminación ambiental por plomo como son la pintura que queda en los

edificios antiguos, sitios de fundiciones mineras de plomo, el polvo, alimentos y el agua.¹⁷

Manifestaciones Clínicas

Una vez que el plomo es absorbido, bien sea por inhalación o por vía oral, sigue su acumulación, que puede darse de manera aguda o crónica y sus efectos se manifestarán en forma predominante en el sistema nervioso, hematopoyético, renal y óseo.²⁰

a) Intoxicación crónica:

Aún con niveles muy bajos de plomo en el niño, se presenta de manera significativa deterioro del desarrollo neurológico, la conducta y el área cognitiva, representada ésta por alteraciones en el aprendizaje y la atención.²¹

Por su parte los niveles menores a 10 µg/dl de plomo en sangre, se han asociado con alteraciones en la esfera neurológica, nefrológica, crecimiento y desarrollo, empeorando a medida que el nivel de plomo se eleva en la sangre, la evaluación en un niño con riesgo de plomo debe estudiarse en conjunto, haciendo especial énfasis en la relación que existe entre el coeficiente de plomo y la sintomatología referida.²⁰

En cuanto al cuadro clínico de la contaminación por plomo es muy sintomático y polimorfo, estando representado en muchas oportunidades por un gran deterioro neuroconductual (hiperactividad, déficit de atención y aprendizaje).²² Además se presentan en algunas ocasiones, alteraciones hematológicas (anemia microcítica e hipocrómica, punteado basófilo en los glóbulos rojos), compromiso renal (tubulopatías con pérdida de minerales) alteraciones pondoestaturales, disminución de la agudeza auditiva

y visual, disminución en la actividad de la vitamina D, hipercalcemia, insuficiencia renal crónica, convulsiones, coma y hasta la muerte.²⁰

Debe destacarse que en las exposiciones prolongadas, el plomo puede depositarse en barras de formaciones del hueso, preferiblemente en los huesos largos a nivel de la metafisis, observándose a través de estudios radiológicos líneas transversales de plomo.²¹

Más aún, la gravedad y evolución de las manifestaciones clínicas dependerán de la edad del niño, y el estado nutricional, ya que a menor edad y a malas condiciones nutricionales, el pronóstico será más dudoso y la evolución hacia las complicaciones será más significativa.²⁰

b) Intoxicación aguda:

Es la menos frecuente, generalmente es accidental y suele resultar de la inhalación de partículas de óxidos de plomo. Al principio se presenta un estado de anorexia con síntomas de dispepsia y estreñimiento y después un ataque de dolor abdominal generalizado, además de diarrea, sabor metálico en la boca, náuseas, vómito, lasitud, insomnio, debilidad, artralgias, hipertensión, cefalea, anemia hemolítica, hepatitis tóxica, y encefalopatía.²³

Metabolismo del plomo: absorción, deposición y excreción.

En lo que respecta a las vías principales de exposición humana al plomo, destacan la ingestión y la inhalación de partículas. La absorción del plomo en el aire a través de la inhalación no es tan común como la absorción por medio de la ingestión. Los niños tienen una tasa metabólica más alta y una mayor actividad física por lo que inhalan de dos a tres veces más plomo encontrado en el aire por unidad de peso corporal que los adultos con exposición similar; Se señala que entre 10-60% de las partículas más pequeñas se depositan en la región alveolar del tracto respiratorio.²⁴

Por su parte las partículas más grandes se depositan principalmente en la nariz, la boca, y la parte superior de las vías respiratorias. Incluso una fracción importante de estas partículas, se borra y se ingiere. Aproximadamente el 50% del plomo ingerido es absorbido por el tracto gastrointestinal de niños, que es casi 5 veces mayor que en los adultos. Luego el plomo es absorbido en el plasma sanguíneo, donde se equilibra rápidamente con líquido extracelular, cruza las membranas (tales como la sangre, cerebro y la placenta), y se acumula en los tejidos blandos y duros (dientes y huesos).²⁵

Por consiguiente, la mayor proporción de plomo absorbido se incorpora en el esqueleto, que contiene más de 90 % de la carga del cuerpo total de plomo. Entre los tejidos blandos, el plomo se distribuye dirigiéndose a: la médula ósea, el hígado y el riñón.²⁶

En cuanto a los niños pequeños, ellos presentan un mayor movimiento neto de plomo a los huesos.²⁶

Con relación a la excreción del plomo, esta se da principalmente a través de la orina y las heces. También aparece en el cabello, las uñas, el sudor, la saliva y la leche materna. Hay que señalar que la vida media de este metal en sangre es de aproximadamente 25 días, y en los tejidos blandos, unos 40 días; sin embargo en los tejidos no lábiles como, el hueso y dientes posee una vida media de más de 25 años.²⁵ Por lo tanto, los niveles de plomo en la sangre pueden disminuir significativamente, aun cuando la carga total de plomo en el cuerpo sigue siendo severa. Apoyado en lo que hace referencia la investigación citada, el presente estudio utilizará dientes como indicador biológico de contaminación por plomo, en donde se obtendrán resultados confiables basándose en la capacidad que tienen los dientes de mantener el plomo en sus tejidos durante aproximadamente 25 años.

Riesgo de la toxicidad del Plomo en los niños

A causa de su comportamiento y fisiología, los niños se ven más afectados por la exposición al plomo que los adultos. Generalmente, los niños ingieren tierra contaminada con plomo y polvo de la casa en tasas más altas que los adultos debido al hábito mano-boca o hábito de la pica y de esta manera absorben e ingieren mayor cantidad que en comparación a los adultos. El porcentaje de plomo absorbido en el intestino se estima que es de 5 a 10 veces mayor en los bebés y niños pequeños que en adultos.²⁷

A parte de esto, los niños tienen un ritmo respiratorio superior al de los adultos que aumenta la probabilidad de que respiren polvo contaminado con plomo proveniente del suelo, así como los vapores cercanos al suelo.²⁵

Además, los niños que suelen llevar su mano a la boca y tienen el hábito de comer artículos no alimenticios, tales como pedazos de pintura; se encuentran en mayor riesgo. Incluso el estado nutricional de un niño también puede afectar la tasa de absorción de plomo. La absorción gastrointestinal de plomo en los niños se aumenta en casos de deficiencia de hierro, calcio y zinc.²⁸

Es por ello que la presente investigación destaca la gran importancia del desarrollo de nuevos métodos de detección para la contaminación por plomo en niños y el estudio va enfocado a la población infantil en edades comprendidas entre 5 y 9 años mediante la aplicación de un nuevo método de diagnóstico no traumático que les brindará un gran beneficio a su salud.

Bioindicadores del Plomo

Con respecto a los bioindicadores del plomo, la selección apropiada y medición a través de estos para la exposición por plomo es fundamental en el control biológico en casos de exposición humana al plomo ya que refleja la

carga actual en el cuerpo de un individuo. En la actualidad existen varios métodos para el control de la cantidad de plomo en el organismo: éstas incluyen la medición de los niveles de plomo en la sangre, plasma, orina, pelo, huesos y dientes.²⁹

Sangre (Plasma/suero)

Desde un punto de vista fisiológico, se puede suponer que los efectos tóxicos de Pb se asocian principalmente con plasma-Pb porque esta fracción es la más rápidamente intercambiable en el compartimento de la sangre. En los últimos años se ha prestado mayor atención a la vigilancia de la concentración de Pb en el plasma (o suero). Sin embargo, la investigación sobre las asociaciones entre el plasma-Pb y los resultados toxicológicos sigue siendo escasa, y sigue siendo una importante brecha en el conocimiento.³⁰

Los niveles de Pb Plasma /suero en los individuos expuestos y no expuestos reportados en publicaciones varían mucho. Esto es probablemente debido a los métodos de recogida apropiada, instrumentación analítica, y los métodos para la determinación de Pb. El desarrollo y uso de la instrumentación analítica más sensible, especialmente la espectrometría de masas con plasma inductivamente acoplado (ICP-MS), ha dado lugar a determinaciones de Pb en el plasma y las muestras de suero con los límites de detección más bajos y con mejor precisión. Datos más recientes, también basados en métodos ICP-MS, han demostrado niveles de plasma de Pb <1,0 µg/l en los individuos no expuestos.³¹

El uso de técnicas avanzadas de análisis no es el único requisito indispensable para garantizar la exactitud y fiabilidad de Pb-plasma de datos. La contaminación de la muestra puede ocurrir en la fase pre analítica, a saber, durante la recogida, manipulación o almacenamiento. El uso de 100

cabinas de bioseguridad de clase y salas limpias para la preparación de muestras y análisis es obligatorio. Además, todos los reactivos analíticos utilizados deben ser del más alto grado de pureza.²⁹

Los materiales para la recogida de la muestra, almacenamiento y el anticoagulante deben ser de la mejor calidad ya que estos pueden ser fuente de contaminación de Pb.²⁹

La elección de anticoagulante es importante porque el EDTA, como un fuerte agente quelante de metal, puede ser difícil de obtener sin una cierta contaminación de fondo y puede dar resultados erróneamente elevados de Pb en plasma debido a la extracción selectiva de Pb unido a los eritrocitos. El uso de heparina es problemático porque la sangre heparinizada es más propensa a formar coágulos de fibrina después de varias horas. Estos problemas fueron evaluados por Smith (1983) en detalle, que comparó tubos de tipo comerciales Vacutainer con tubos de recogida de Ultracleaned que contienen EDTA o heparina. Como no hay tubos de sangre comerciales disponible que estén certificados para las mediciones de Pb ultra-bajas, el análisis de laboratorio debe preparar tubos prelavados de polietileno que contienen anticoagulantes con bajo Pb. Hay muchos informes de Pb-plasma, en las que los datos de validación son débiles o ausentes.³²

A pesar de que el plomo en sangre superior a 10 $\mu\text{g}/\text{dl}$ es considerado peligroso, nuevas preocupaciones han sido planteadas con respecto a los posibles efectos adversos para la salud en los niños que tienen plomo en sangre $<10 \mu\text{g}/\text{dl}$.²⁴

Hueso

Por ser el principal compartimento mineral del cuerpo humano, el tejido óseo se ha convertido en un elemento importante en el estudio de la exposición acumulada a plomo. Los análisis químicos han revelado que, en

los adultos, cerca de 95% del plomo en el cuerpo se almacena en los huesos; en los niños la cifra se aproxima al 70%.³³ El hueso es un tejido vivo, dinámico, y su proceso de formación y resorción está controlado por diferentes factores metabólicos y hormonales; además, su fisiología es muy compleja, de tal manera que los diferentes tipos de hueso tienen tasas de crecimiento y mineralización distintas y, por ende, acumulaciones de plomo variables. La vida media del plomo en hueso es de 5 a 19 años y aumenta en el huesocortical.³⁴

En otras épocas el plomo en hueso podía medirse únicamente por biopsia; hoy en día la tecnología ofrece técnicas inocuas y relativamente confiables. La concentración de plomo en hueso es un biomarcador de exposición, tanto de dosis interna como de dosis biológica efectiva para tejidos como el óseo.³⁵

Por otra parte, es un indicador que refleja la exposición acumulada a plomo, a diferencia de la concentración en sangre completa que refleja la exposición ambiental reciente. Se ha sugerido, además, que el plomo en hueso tiene una relación más directa con los niveles de plomo plasmático que el nivel de plomo en sangre completa en las situaciones especiales que se asocian con un aumento en la resorción ósea.³⁶

El plomo en hueso constituye una alternativa como biomarcador para efectos crónicos y para aquellos efectos respecto a los cuales surge controversia al utilizar otro tipo de biomarcadores; además, es un complemento del uso de plomo en sangre completa, el cual, aun con su problema de temporalidad, es más útil para vigilancia epidemiológica laboral y otro tipo de efectos. Se restringe su uso para fines de investigación, ya que hacerlo en forma generalizada o con fines clínicos no representa una alternativa viable en cuanto a la relación costo/beneficio. Gracias a avances científicos esta medición se realiza por medio de la técnica de rayos-X fluorescentes (XRF), la cual ofrece ventajas sobre otras técnicas para

estimación de plomo en hueso, como la quelación con ácido etilen-diamino-tetracético (EDTA).¹⁵

Dientes

El plomo está presente en la sangre y finalmente se deposita en tejidos duros tales como huesos y dientes. La deposición en tejidos calcificados comienza durante el desarrollo. La cantidad de plomo en los dientes es un indicador del grado de exposición superior a varios años, a partir de la vida en el útero hasta la pérdida del diente.³⁷

Hay pruebas de que los dientes son superiores a los huesos como un indicador de la exposición acumulativa de Pb porque las pérdidas de dientes son mucho más lentos puesto que no hay rotación de la apatita en los dientes como sucede en otros 14 huesos del esqueleto humano, por lo tanto, los dientes son el material más útil para estudiar la exposición total del plomo.¹⁸

El plomo en los dientes proporciona un índice acumulativo de exposición durante períodos de tiempo prolongados, esto sugiere que los dientes permiten detectar aquellos casos de personas con exposición al plomo no identificados mediante la utilización de otro bioindicador como por ejemplo la sangre.¹⁸

El análisis de los niveles de plomo en dientes primarios es relativamente un método sencillo y no invasivo que puede realizarse con niños en edad temprana. La exfoliación de los dientes primarios se produce generalmente después de la edad de 6 años. Desde mediados de la década de 1970, los niveles de plomo en los dientes primarios se han utilizado como un indicador de la exposición a través de una serie de estudios. Los niveles elevados de plomo en los dientes completos o dentina se han relacionado con la pintura con plomo y la exposición al agua urbana principalmente. Estos niveles de

plomo en los dientes también se han relacionado con la exposición de tráfico y la ocupación que desempeñan los padres del niño.¹⁸

El plomo no se distribuye uniformemente a través de la estructura del diente, la concentración más alta de este se concentra en la dentina circumpulpar, es decir, la capa más interna de la dentina adyacente a la pulpa dental. Debido a que la dentina circumpulpar es directamente interconectada con el suministro de sangre, proporciona el mejor índice de la deposición de plomo como una función de la exposición sistémica. De acuerdo con un estudio de Fergusson, en 1987, la relación de la concentración de plomo en el esmalte, dentina y dentina circumpulpar es de aproximadamente 01:02:06.¹⁵

Igualmente, varios estudios han medido dientes enteros; mientras que otros se han limitado a usar únicamente un corte fino de la dentina de un diente. Estos métodos complejos tienen diferentes intentos para comparar los resultados entre los estudios; debido a la falta de estandarización. Los estudios no han encontrado en general ventajas que surgen del uso de cualquiera de estos enfoques y un método analítico normalizado que utiliza dientes enteros, aunque se señala el interés de la simplicidad con el fin de reducir el riesgo de contaminación de operaciones mecánicas sobre los dientes.¹⁵

Otro aspecto relevante es que el nivel de plomo en los dientes varía con el tipo de dentición; estudios han encontrado un gradiente de concentración creciente desde la parte delantera a la parte posterior de la boca en cuanto al contenido en plomo; siendo la más alta en general el sector correspondiente a los incisivos centrales, menor en caninos y la más baja en los molares.³⁸

Shapiro y cols¹⁸ reportaron que los caninos tienen más plomo que los incisivos, Grandjean y Lyngbye³⁹ encontraron que los incisivos laterales superiores tuvieron una mayor ventaja en concentración de los incisivos

centrales superiores y que los dientes del maxilar contenían más plomo que los situados en la mandíbula.

Investigadores citados anteriormente observaron sorprendentemente diferentes patrones en cuanto a la cantidad de plomo entre el tipo de diente en los estudios que utilizan mediciones de plomo en la dentina; por otro lado, se encontraron patrones de distribución similares de niveles de plomo en estudios que utilizaron los dientes enteros. Estas discrepancias se atribuyen a diferentes patrones de exposición infantil al plomo.³⁹

Los estudios también han demostrado una posible correlación entre las concentraciones de plomo de dientes con el coeficiente intelectual, los logros y el comportamiento. Needleman⁴⁰ encontró una asociación entre elevados niveles de plomo en la dentina y los déficits en el funcionamiento neuroconductual. Este estudio pronto se vio envuelto en la polémica. La polémica se remonta a 1979, cuando el Dr. Needleman publicó los resultados de un estudio que había realizado durante tres años para determinar cómo los niños se ven afectados por la exposición al plomo. Incluso los niveles bajos de exposición, según su informe, podría dañar el cerebro de un niño, y abogó por una prohibición federal sobre el uso de pintura con plomo en las escuelas de las naciones.

Ernhart, Landa, y Schell publicaron un artículo en 1981 que se disputó en el vínculo entre la exposición al plomo y los problemas de salud en los niños. El informe dijo que el estudio de Needleman en 1979 no había tomado suficientemente en cuenta variables como la inteligencia de los padres y el ambiente en el hogar. Por otro lado, los investigadores de la Agencia de Protección Ambiental (EPA) que trabajaron con datos de Needleman no encontraron nada que pueda sugerir una equivocación y una década de investigación adicional confirma los efectos del plomo sobre el coeficiente intelectual y el desarrollo de la conducta a niveles mucho más bajos que los que están siendo disputados. Sugirieron que la dentina circumpulpar puede

ser un mejor predictor de deterioro neuropsicológico de la exposición a largo plazo después del parto que las mediciones de plomo en diente entero. La razón de esto es que la dentina circumpulpar está en constante contacto con el suministro de sangre durante todo el tiempo que el diente es vital, mientras que la dentina primaria y el esmalte no hacen interfaz con el torrente sanguíneo después que la mineralización es completada, esto es alrededor de 24 meses después del parto.⁴⁰

Luego de lo descrito anteriormente en cuanto a los bioindicadores del plomo, se puede decir que los dientes poseen mejores propiedades o características que los hacen un muestra de mayor confiabilidad para resultados en cuanto a niveles de contaminación por plomo en el organismo.

Métodos para la determinación de plomo en los dientes

Varios estudios se han realizado en relación con los niveles de plomo en los dientes, usando técnicas de análisis químico y métodos instrumentales. Sin embargo, la mayoría de estos datos se basan en los dientes intactos o tejidos que forman el diente por separado como el esmalte, la dentina o el cemento. El método más común utilizado actualmente para el análisis de plomo en muestras biológicas (dientes) es la espectrofotometría de absorción atómica (AAS).⁴¹

La espectrofotometría de absorción atómica en horno de grafito (GFAAS) es una opción muy atractiva para la determinación de la cantidad de trazas de plomo en los dientes.⁴¹

La espectrometría de masas con plasma acoplado inductivamente (ICP-MS) es una de las técnicas preferidas para el análisis elemental, ya que puede proporcionar una excelente exactitud y precisión del análisis.⁴¹

Recientemente ha habido cierto interés de su utilización para examinar la distribución de Pb en perfiles de los dientes. Permite a los investigadores

utilizar no sólo la concentración de Pb de todo el diente, sino también la cantidad específica de Pb en cada capa del diente, es decir, una línea de tiempo de la exposición al plomo. Sin embargo, algunos problemas persisten antes de que esta técnica puede ser plenamente desarrollada.⁴¹

En la investigación a desarrollar se hará uso del método de espectrofotometría de absorción atómica, como se señalaba anteriormente es el método más común actualmente; este consiste en una técnica capaz de detectar y determinar cuantitativamente elementos en estado atómico mediante la atomización de la muestra a estudiar.

Este método realizará la medición de las especies en estado atómico por medio de su absorción a una longitud de onda particular. El estado atómico de las especies, en este caso la muestra constituida por dientes, se logrará mediante la preparación previa con reactivos específicos.

Definición de términos

Anemia hipocrómica: Enfermedad que se caracteriza por una disminución en la relación del peso de la hemoglobina con el tamaño del eritrocito (glóbulo rojo).

Anemia microcítica: Disminución del número de los eritrocitos en sangre o bien, de su contenido en hemoglobina, pero con la peculiaridad que al visualizar los eritrocitos en la sangre, estos tienen un tamaño inferior a lo normal.

Bioindicador o Biomarcador: Es un ser vivo u organismo que nos da una idea de la salud de un ecosistema .

Contaminación: Alteración del estado natural de un medio consecuencia de la introducción de un agente nocivo al organismo.

Dentina circumpulpar: Se refiere a la dentina que se encuentra en relación o cercana al tejido pulpar del diente.

Digestión por microondas: Se refiere al procesamiento o transformación de algún elemento que es introducido en un equipo microonda y es sometido a altas temperaturas durante determinado tiempo con el fin de solubilizar el elemento

Dispepsia: Dolor o molestia en la parte central del abdomen superior.

Intoxicación: Manifestación clínica que se produce por exposición, ingestión, inyección o inhalación de una sustancia tóxica.

Neonatal: Término que se le da al recién nacido.

Plumbemia: Se refiere a la concentración de plomo en la sangre.

Pondoestaturales: Término médico que indica el peso y altura.

Sistema de Variables

Variable: Contaminación por plomo

Definición conceptual

La contaminación por plomo es aquella alteración nociva del estado natural del individuo, como consecuencia de la inhalación o ingestión de las partículas de plomo dentro del organismo, causando inestabilidad, desorden, daño o malestar y que puede ser determinada por medio de indicadores biológicos.

Definición operacional

Determinar la presencia de plomo en dientes primarios utilizando una escala de $\mu\text{g}/\text{gr}$ a través de la espectrofotometría de absorción atómica de hidruros considerando como 0 $\mu\text{g}/\text{gr}$ ausencia de contaminación y $\geq 0,001$ $\mu\text{g}/\text{gr}$ como contaminación.

Tabla N° 1
Operacionalización de las Variables

Objetivo de la Investigación	Variable	Dimensiones	Indicadores
<p>Determinar el riesgo de la contaminación por plomo a través de dientes primarios exfoliados de los niños que asisten al área de Odontopediatría de la Fundación Centro de Salud Comunal y Desarrollo Integral (CESADE) de Tocuyito estado Carabobo durante el periodo Febrero-Abril del 2013.</p>	<p>Contaminación por plomo</p>	<p>Concentración de plomo</p> <ul style="list-style-type: none"> • Género • Grupo dentario 	<p>µg/gr</p> <p>Nivel de concentración de plomo por género</p> <ul style="list-style-type: none"> • Femenino • Masculino <p>Nivel de concentración de plomo por grupo dentario</p> <ul style="list-style-type: none"> • Incisivo • Molar

Fuente: Marín y Márquez (2013)

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

El presente capítulo muestra la dimensión de la metodología de la investigación el cual es un procedimiento general para lograr de una manera precisa el objetivo de la investigación. De ahí, que la metodología en la investigación nos presenta los métodos y técnicas para realizar la investigación.⁴²

Tipo de investigación

El tipo de investigación se refiere a la clase de estudio que se va a desarrollar, orienta sobre el motivo general del estudio y sobre la manera de recoger las informaciones o datos necesarios.⁴³ El presente trabajo de acuerdo a su propósito estuvo enmarcado en una investigación de tipo descriptiva; la cual se define como el tipo de investigación que busca especificar propiedades y características importantes de cualquier fenómeno que se estudie.⁴⁴

Diseño de la investigación

El diseño se refiere a la estrategia que adopta el investigador para responder el problema, dificultad o inconveniente planteado en el estudio.⁴³ De acuerdo a esto, el presente trabajo se trató de un estudio no experimental transeccional puesto que la investigación se realizó sin manipular

deliberadamente las variables, es decir, se observaron los fenómenos tal y como se dieron en su contexto natural, para después ser analizados.⁴³

Así mismo, esta investigación fue de corte transeccional ya que se ocupó de recolectar datos en un solo momento y en un tiempo único y tuvo como objetivo describir las variables y analizar su incidencia e interacción en un momento dado, sin manipularlas.⁴³

Población y muestra

Una población es el conjunto finito o infinito de elementos que presentan características comunes para los cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación.⁴⁵ La población a estudiar en esta investigación fueron los dientes exfoliados de los niños que acuden al área de Odontopediatría de la Fundación Centro de Salud Comunal y Desarrollo Integral (CESADE) de Tocuyito, estado Carabobo durante el periodo Febrero-Abril del 2013, que cumplían con los siguientes criterios de inclusión:

- Pacientes entre 5 y 9 años.
- Pacientes de ambos sexos.
- Pacientes que presenten recambio dentario fisiológico.
- Unidades dentarias que no presenten restauraciones con amalgama.
- Con el consentimiento informado del representante del paciente.

Con respecto a la muestra, que se define como el subconjunto representativo y finito que se extrae de la población accesible,⁴⁵ para este estudio se utilizó como técnica de muestreo la de tipo no probabilística e intencional en la cual, el investigador establece previamente los criterios para seleccionar las unidades de análisis.⁴³ Para este estudio la muestra estuvo

conformada por un porcentaje representativo de la población a estudiar que fue calculado mediante la fórmula de determinación del tamaño de la muestra para poblaciones finitas.

Técnica de recolección de datos

Las técnicas de recolección de datos son las distintas formas o maneras de obtener una información, datos u opiniones. En esta investigación se utilizó la observación como técnica de recolección de datos que consiste en el uso sistemático de nuestros sentidos orientados a la captación de la realidad que se estudia. En el estudio se utilizó la observación indirecta porque el investigador entra en conocimiento del hecho o fenómeno a través de las observaciones realizadas anteriormente por otra persona.⁴³

Instrumento de recolección de datos

Un instrumento de recolección de datos es, en principio, cualquier recurso del cual pueda valerse el investigador para acercarse a los fenómenos y extraer de ellos información.⁴³ De acuerdo al tipo de investigación los datos fueron almacenados en una ficha de registro descriptiva (Anexo A), en la cual se colocó el género del paciente y el grupo dentario al que pertenecía la muestra, así como los datos cuantitativos obtenidos de la determinación de la concentración de plomo por grupo de estudio.

Validez

La validez indica el grado en el que un instrumento realmente mide la variable que pretende medir.⁴⁴

La determinación de la validez de contenido mediante el juicio de expertos del presente trabajo de investigación estuvo a cargo del juicio de expertos en dos campos diferentes a saber, metodológico y químico, quienes emitieron sus observaciones con respecto a claridad, coherencia, inducción a la respuesta y el lenguaje entre otros aspectos de cada uno de los ítems que conforman el instrumento (Anexo B).

Procedimientos

Para la recolección de datos de la muestra, previamente se realizó un estudio donde se estableció la problemática de la investigación, un objetivo general, objetivos específicos, justificación, antecedentes de la investigación y bases teóricas que sustenten la problemática expuesta, luego de esto se procederá a aplicar el instrumento realizado para medir el problema de la siguiente manera:

1. Luego de realizar el instrumento se realizó la validación del mismo por parte de expertos en la materia.

2. A continuación se aplicó el instrumento a un porcentaje representativo de la población a estudiar que fue calculado mediante la fórmula de determinación del tamaño de la muestra para poblaciones finitas de los niños que acuden al área de Odontopediatría de la Facultad de Odontología de la Universidad de Carabobo.

3. Se utilizó un total de 46 unidades de análisis conformados por dientes primarios exfoliados para el procesamiento de los resultados.

4. Seguidamente cada diente fue debidamente lavado con peróxido de hidrogeno al 2% con la finalidad de eliminar restos de sangre que podrían encontrarse en las superficies dentarias; posteriormente estos mismos fueron lavados con agua destilada y colocados en un envase de vidrio identificando cada diente con su grupo dentario (incisivo y molar) y género (femenino y masculino) al cual pertenece.

5. Como siguiente paso se procedió a contabilizar y agrupar el número de muestras en 6 incisivos femeninos, 9 incisivos masculinos, 20 molares femeninos y 11 molares masculinos.

6. Los 4 grupos de dientes fueron pesados en una balanza analítica con la finalidad de obtener los grs. de peso de cada grupo. Este procedimiento se realizó en el Centro de Investigaciones Toxicológicas de la Universidad de Carabobo (CITUC). Una vez pesados, cada grupo fue disuelto en pequeños beaker con 30ml de HNO_3 al 65%. Se procedió a la digestión de cada grupo durante 20 minutos. Luego se aforaron cuidadosamente con un balón de 10ml y se agitaron para homogenizar la solución.

7. Las cuatro muestras se le suministraron al laboratorio Hidrolab Toro Consultores C.A junto con dos balones de 10ml identificados como M-1 y M-2. El balón M-1 es un blanco de HNO_3 al cual se le aplicó el mismo tratamiento de las muestras y el M-2 es el blanco de HNO_3 utilizado en la digestión pero sin tratamiento.

8. Para el análisis de las muestras, estas fueron procesadas a través de un Espectrofotómetro de Emisión Óptica por Plasma Acoplado Inductivamente (ICP), modelo Optima 7000DV, fabricante Perkin-Elmer, que presenta los resultados de los análisis de las muestras mostrando concentraciones de Pb en mg/kg con una incertidumbre de 0,02 mg/kg de Pb y un límite de detección de 0,004 ppm.

9. Los resultados obtenidos fueron registrados en una guía de observación. (Tabla N° 2)

Procesamiento y análisis de datos

Luego de recolectados los datos se aplicó un análisis estadístico descriptivo basado en una tabla de distribución de frecuencias, procesado por un paquete estadístico como hoja de cálculo Excel.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

A continuación se presentan los resultados derivados de esta investigación a través de un cuadro, con el respectivo análisis con el fin de brindar información precisa y facilitar la comprensión de los hallazgos obtenidos en el trabajo.

Tabla N° 2
Registro de datos

Muestra	Numero de dientes	Peso de los dientes (gr)	Resultado del laboratorio en mg/kg	Resultado en $\mu\text{g}/\text{gr}$
Grupo incisivo femenino	6	1,3189	-	-
Grupo incisivo masculino	9	1,3019	-	-
Grupo molar masculino	11	2,1106	-	-
Grupo molar femenino	20	1,9902	-	-

Límite de detección del instrumento: 0,004 mg/kg

Valor inferior al del límite de detección: (-)

Fuente: Marín y Marquez 2013

En la tabla N° 2 se detalla los diferentes grupos dentarios especificando el número de dientes y peso (gr) de los mismos, encontrándose a partir de los resultados arrojados por el laboratorio, niveles de plomo no detectables para ninguna de las muestras.

Conclusiones

La intoxicación por plomo también denominada saturnismo, plumbosis o plumbemia es el envenenamiento que produce el plomo cuando es absorbido ya sea por inhalación o ingestión.

Cabe señalar que, cuando la exposición al plomo no es detectada oportunamente, pone en riesgo la salud del individuo, especialmente a los niños puesto que es capaz de afectar el cerebro y nervios en desarrollo, acarreando complicaciones tales como problemas de comportamiento o atención, reducción del coeficiente intelectual, problemas auditivos, daño renal, problemas de crecimiento, vómitos, ataques epilépticos, estados de coma e incluso la muerte.

Ahora bien, actualmente existen métodos de diagnóstico para evaluar la presencia de plomo en el organismo los cuales son: la medición de niveles de plomo a través de pruebas en sangre, plasma, hueso, dientes, entre otros.

Cabe considerar que el método de diagnóstico a través de dientes es un método novedoso que tiene la capacidad de demostrar la presencia o ausencia de plomo en el organismo.

A través de la investigación realizada se puede concluir lo siguiente:

- La concentración de plomo en los dientes exfoliados del grupo incisivo de los niños objeto de estudio distribuido según género no fue detectable.
- La concentración de plomo en dientes exfoliados del grupo molar de los niños objeto de estudio distribuido según grupo género no fue detectable.
- Se puede concluir gracias a esta investigación que la población infantil que asistieron al área de Odontopediatría de la Fundación Centro de Salud Comunal y Desarrollo Integral (CESADE) de Tocuyito estado Carabobo durante el periodo Febrero-Abril del 2013 al no presentar

concentraciones detectables de plomo en dientes primarios exfoliados, se considera una población de bajo riesgo de contaminación por este metal.

Recomendaciones

- Realizar este tipo de estudio en poblaciones infantiles que presenten riesgo de contaminación ambiental para así determinar concentraciones de plomo detectables en los individuos de la zona.
- Ubicar instituciones o laboratorios que se interesen en llevar a cabo investigaciones de este tipo.
- En Venezuela no se han desarrollado estudios amplios acerca de la utilización de dientes como bioindicador de la contaminación por plomo. Se hace evidente la necesidad de llevar a cabo futuras investigaciones que permitan ampliar el conocimiento de esta técnica que podría ser aplicada en un futuro como método de diagnóstico presuntivo.
- Ampliar el rango de muestras con otras unidades dentarias o patologías.

Referencias Bibliográficas

1. Needleman H. Intoxicación por plomo. *Resumen Anual de Medicina*, [Revista en línea]. 2004; (55) 209-222. Consultado el 5 de octubre del 2012 en: <http://www.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev.med.55.091902.103653?journalCode=med>
2. Organización Mundial de la Salud. Nigeria: intoxicación masiva por plomo debido a actividades mineras en el estado de Zamfara [En línea], Español. 2011; Consultado el 31 de enero del 2013 en: http://www.who.int/csr/don/2010_07_07/es/index.html
3. Amon J. China: Niegan tratamiento a miles de niños envenenados por plomo. Human Rights Watch [En línea], Español. 2011; Consultado el 31 de enero del 2013 en: <http://www.hrw.org/es/news/2011/06/15/china-niegan-tratamiento-miles-de-ni-os-envenenados-por-plomo>
4. Flores R, Rico E, Nuñez J, Garcia E, Carrizales L, Ilizaliturri C, Diaz F. Exposición infantil al plomo en sitios contaminados. *Salud pública Méx* [En línea]. 2012; Vol.54, n.4, pp. 383-392. ISSN 0036-3634. Consultado el 31 de enero del 2013 en: <http://dx.doi.org/10.1590/S0036-36342012000400008>.
5. Contreras C. Venezuela entre los países más contaminados de América Latina. El Universal [En línea], Español. 2011, septiembre 29; Consultado el 31 de enero del 2013 en: <http://www.eluniversal.com/vida/110929/venezuela-entre-los-paises-mas-contaminados-de-america-latina>
6. Rodríguez M. Contaminado "Pao Cachinche". Notitarde [En línea], Español. 2010, febrero 1; Consultado el 15 de Julio del 2012 en: <http://www.notitarde.com/historico/2010/02/01/valencia/valencia13.html>
7. Espinal G, Martínez C, Melo A, Cordero Y, De Jesús E. Niveles de plomo en sangre y rendimiento académico en escolares de 11-14 años de la escuela primaria República de Uruguay, [Revista en línea] Ciencia y Sociedad, Vol. XXXII, núm. 1, 2007, 122-135. República Dominicana. Consultado el 5 de agosto del 2012 en: <http://www.redalyc.org/pdf/870/87032106.pdf>
8. Centro de control de enfermedades de los Estados Unidos. *Prevención del saturnismo en niños* [Libro en línea]. Departamento de Salud y

Servicios Humanos Atlanta. 1991; Consultado el 5 de agosto del 2012 en: <http://www.cdc.gov/nceh/lead/publications/prevleadpoisoning.pdf>

9. Woolf AD, Goldman R, Bellinger DC. [Update on the clinical management of childhood lead poisoning.] *Pediatr Clin North Am.* 2007; 54:271-294. Consultado el 5 de agosto del 2012 en <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmedhealth/PMH0003123/>
10. Blerim K, Kocani F, Dragusha E. Dientes como indicadores de contaminación ambiental con plomo. *Análisis toxicológico del medio ambiente.* [Revista en línea]. 2012; 2 (1). Consultado el 12 de Octubre del 2012 en: <http://www.omicsonline.org/2161-0525/2161-0525-2-118.php>
11. Arias F. El Proyecto de Investigación. 3ra ed. Caracas, Venezuela. Editorial Episteme. Oral Ediciones. 1999.
12. Aguinaga I, Manso E, Guillén F, Viñes J, Guillén J, Martínez M et al. Estudio de la acumulación de plomo en dientes primarios. [Tesis en línea]. 2004. Departamento de Ciencias de la Salud de la Universidad Pública de Navarra, España. Consultado el 3 de junio del 2012 en: <http://www.cfnavarra.es/salud/anales/textos/vol23/n1/orig1a.html>
13. Arruda N, de Oliveira J, Sarkis M, Bordini J, Manso P. Estudio de la carga ambiental de plomo en los niños utilizando dientes como bioindicador. *Enviromental International* [Revista en línea]. 2009; 35 514-618. Consultado el 5 de Julio del 2012 en: <http://www.ipen.br/biblioteca/2009/14726.pdf>
14. Barton H. Ventajas de la utilización de los dientes primarios, el cabello, y análisis de sangre para el plomo y el cadmio de vigilancia biológica en los niños de Cracovia, Polonia. *Elemento biológico de investigacion* [Revista en línea]. 2011; 143 (2) 637-658. Consultado el 3 de junio del 2012 en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3187856/>
15. Kantamneni P. Niveles de plomo en los dientes exfoliados de niños de las ciudades gemelas de Hyderabad y Secunderabad, India. [Tesis en línea]. 2010. Universidad de San Diego, Estados Unidos. Consultada el 10 de julio del 2012 en: http://sdsu-dspace.calstate.edu/bitstream/handle/10211.10/512/Kantamneni_Priyanka.pdf?sequence=1

16. Tamayo y Tamayo M. Metodología Formal de la Investigación Científica. 2da ed. Limusa. DF, Mexico. 2001. P.95.
17. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Lead toxicity. Atlanta, GA: Agency for Toxic Substances and Disease Registry. [Artículo en línea]. 2010. Consultado el 4 de Octubre del 2012 en: <http://www.atsdr.cdc.gov/csem/lead/docs/lead.pdf>
18. Shapiro I, Mitchell G, Davidson I, Katz S. The lead content of teeth. Archives Environmental Health [Artículo en línea]. PMID:1180570. 1975; 30, 483-486. Consultado el 4 de Octubre del 2012 en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1180570>
19. Petróleos de Venezuela, S.A [Página Web en línea]. Consultado el día 4 de Octubre del 2012 en: http://www.pdv.com/index.php?tpl=interface.sp/design/salaprensa/readnews.tpl.html&newsid_obj_id=1540&newsid_temas=1.
20. Fernandez R, Manual de Salud Ambiental Infantil para enseñanza de grado en escuelas de medicina [Manual en línea]. Santiago de Chile, Noviembre 2009.P.119.Consultado el día 4 de Octubre del 2012 <http://www.cituc.cl/files/arc/publicaciones/12145317384c506c227c1ad.pdf>
21. Loayza J. Estudio de investigación: Gestión integral de residuos peligrosos. Boletín Electrónico Informativo Sobre Productos y Residuos Químicos. FQIQ. UNMSM. Lima. Perú, 14(2). 2006. Consultado el 4 de Octubre del 2012 en: http://www.unmsm.edu.pe/quimica/ing%20loayza/BOLETIN_14.pdf.
22. Gahyva D, Pinheiro P, Caldana M. Caracterização das alterações de linguagem emcrianças comhistórico de intoxicação por chumbo. Pró-Fono Revista de Atualização Científica, 20(1) 2008, 55-60. Consultado el 4 de Octubre del 2012 en: http://www.scielo.br/pdf/pfono/v20n1/en_v20n1a10.pdf
23. Álvarez L, Almazan S, Boreiko C. Manual para el manejo ambientalmente responsable del plomo. Cámara minera de México. International lead management center. Industrias Peñoles, S.A. de C.V. Centro Ambiental del Tecnológico de Monterrey. 2006. Consultado el 4 de Octubre del 2012 en: www.ilmc.org/spanish/Manual%20para%20el%20Manejo%20Ambientalmente%20Responsable%20del%20Plomo.pdf.

24. Skerfving S, Nilsson U, Schutz A, Gerhardsson L. Biological monitoring of inorganic lead. *Scandinavian Journal of Work Environmental Health*, 19, 59-64. 1993. Consultado el día 5 de Octubre del año 2012. http://www.sjweh.fi/show_abstract.php?abstract_id=1529
25. Mahaffey K. Environmental lead toxicity: Nutrition as a component of intervention. *Environmental Health Perspective*, 89, 75-78. 1990. Consultado el 5 de Octubre del 2012 en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1567783/pdf/envhper00422-0076.pdf>
26. Concentrations of lead in the tissues of children. *British Journal of Industrial Medicine*, 38, 61-71. 1981. Consultado el 5 de Octubre del 2012 en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1008800/>
27. Centers for Disease Control. Preventing lead poisoning in young children. Atlanta, GA: United States Department of Health and Human Services. 2005. Consultado el 5 de Octubre del 2012 en: <http://www.cdc.gov/nceh/lead/publications/prevleadpoisoning.pdf>
28. Barbosa F, Tanus-Santos J, Gerlach R, Parsons P. A Critical Review of Biomarkers Used for Monitoring Human Exposure to Lead: Advantages, Limitations, and Future Needs. Department of Pharmacology, Faculty of Medicine of Ribeirão Preto, University of São Paulo, Ribeirão Preto, Brazil; Department of Morphology, Estomatology and Physiology, Dental School of Ribeirão Preto, University of São Paulo, Ribeirão Preto, Brazil; Wadsworth Center, New York State Department of Health, Albany, New York, USA. 2005. Consultado el 5 de Octubre del 2012 en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1314903/>
29. Schutz A, Bergdahl I, Ekholm A, Skerfving S. Measurement by ICP-MS of lead in plasma and whole blood of lead workers and controls. *Occupational and Environmental Medicine*, 53, 736-740. 1996. Consultado el 6 de Octubre del 2012 en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1128590/pdf/oenvmed00083-0016.pdf>
30. Smith M, Delves T, Lansdown R, Clayton B, Graham P. The effects of lead exposure on urban children. *International Archives of Occupational & Environmental Health*, 51, 231-252. 1983. Consultado el 6 de Octubre del 2012 en: <http://pediatrics.aappublications.org/content/119/3/e650.long>

31. Bellinger D, Stiles K, Needleman H. Low level lead exposure, intelligence, and academic achievement: A long-term follow-up study. *Pediatrics*, 6, 855–86. 1992. Consultado el 8 de Octubre del 2012 en: [http://www.precaution.org/lib/lowlevel lead longterm followup.19921001.pdf](http://www.precaution.org/lib/lowlevel%20lead%20longterm%20followup.19921001.pdf)
32. Nordberg G, Mahaffey K, Fowler B. Introduction and summary. International workshop on lead in bone: Implications for dosimetry and toxicology. *Environ Health Perspect* 1991; 91:3-7. Consultado el 10 de Octubre del 2012 en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1519369/pdf/envhper00387-0009.pdf>
33. Gerhardsson L, Attewell R, Chettle DR, Englyst V, Lundström NG, Nordberg GF et al. In vivo measurements of lead in bone in long-term exposed lead smelters workers. *Arch Environ Health* 1993;48:147-156. Consultado el 10 de Octubre del 2012 en: <http://research.mssm.edu/xrf/xrfpdf/ref427.pdf>
34. Hu H, Watanabe H, Payton M, Korrick KS, Rotnitzky A. The relationship between bone lead and hemoglobin. *JAMA* 1994;272:1512-1517 Todd AC, McNeill FE, Fowler BA. In vivo X-Ray fluorescence of lead in bone. *Environ Res* 1992;59:326-335. Consultado el 6 de Octubre del 2012 en: http://www.columbia.akadns.net/itc/hs/pubhealth/santella/readings/hu_bonelead.pdf
35. Mushak, P. (1992). Defining lead as the premiere environmental health issue for children in America: Criteria and their quantitative application. *Environmental Research*, 59, 281–309. Consultado el 10 de Octubre del 2012 en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1464283>
36. Karahalil, B., Aykanat, B., & Ertas, N. (2007). Dental lead levels in children from two different urban and suburban areas of Turkey. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 210, 107-112. Consultado el 10 de Octubre del 2012 en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17084669>
37. Steenhout A. Lead accumulation in teeth as a function of age with different exposures. *British Journal of Industrial Medicine* 1981;38:297-30. Consultado el 20 de Octubre del 2012 en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1008890/pdf/brjindmed00063-0089.pdf>

38. Rabinowitz, M. B., Bellinger, D., Leviton, A., & Wang, J. D. (1991). Lead levels among various deciduous tooth types. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 47, 602-608. Consultado el 20 de Octubre del 2012 en: <http://link.springer.com/article/10.1007%2F01700952#page-1>
39. P Grandjean, T Lyngbye, Lessons from a Danish study on neuropsychological impairment related to lead exposure. *Environ Health Perspect.* 1991 August; 94: 111–115. Consultado el 20 de Octubre del 2012 en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1567959/>
40. Needleman, H. L., Gunnoe, C., Leviton, A., Reed, R., Peresie, H., Maher, C., et al. (1979). Deficits in psychologic and classroom performance of children with elevated dentine lead levels. *New England Journal of Medicine*, 322, 83–88. Consultado el 20 de Octubre del 2012 en: <http://depts.washington.edu/epidem/Epi591/Articles/Needleman,%20Deficits%20in%20psychologic%20and%20classroom%20performance-elevated%20dentine%20lead.pdf>
41. Hassan A, Determination of Lead in Human Teeth by Hydride Generation Atomic Absorption Spectrometry. *American Journal of Environmental Sciences* 7 (5): 409-414, 2011. Consultado el 20 de Octubre del 2012 en: <http://www.thescipub.com/abstract/10.3844/ajessp.2011.409.414>
42. Tamayo M y Tamayo. *El proceso de la investigación científica*. 3ra edición. Editorial Limusa. Mexico , DF. 1999, P.113-114.
43. Palella S, Martins F. *Metodología de la Investigación Cuantitativa*. 1ra Edición. Editorial Fedupel. Venezuela. 2004, P.80-88
44. Hernandez R, Fernandez C, y Batista L. *Metodología de la investigación* 4ta Edición, 2004 Toluca: México McGraw- Hill.
45. Arias G, Fidas O. *El proyecto de investigación: Introducción a la metodología científica*. 5º. Edición, 2006 Caracas - Venezuela: Episteme.

Anexos

Anexo A



**UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE FORMACION INTEGRAL
DEL HOMBRE
INFORME DE INVESTIGACION**

Riesgo de la contaminación por plomo a partir de dientes primarios exfoliados

Ficha de Registro de datos

Nivel de concentración de plomo

Muestra	Numero de dientes	Peso de los dientes	Resultado del laboratorio en mg/kg	Resultado en µg/gr
Grupo incisivo femenino				
Grupo incisivo masculino				
Grupo molar femenino				
Grupo molar masculino				

Límite de detección del instrumento: 0,1 mg/kg

Valor inferior al doble del límite de detección: (-)

Fuente: Marín y Marquez 2013

Anexo B



Universidad de Carabobo
Facultad de Odontología
Dpto. de Formación Integral del Hombre
Informe de Investigación

Validación del Instrumento

El presente instrumento tiene la finalidad de validar la ficha de registro que se aplicará en el desarrollo de la investigación "Riesgo de la contaminación por plomo a partir de dientes primarios exfoliados", la cual contiene los siguientes objetivos:

Objetivo General

Determinar el riesgo de contaminación por plomo a través de dientes primarios exfoliados de los niños que asisten al área de Odontopediatría de la Fundación Centro de Salud Comunal y Desarrollo Integral (CESADE) de Tocuyito estado Carabobo durante el periodo Febrero-Abril del 2013.

Objetivos Específicos

- Cuantificar la concentración de plomo en dientes exfoliados del grupo incisivo de los niños objeto de estudio distribuido según género.
- Cuantificar la concentración de plomo en dientes exfoliados del grupo molar de los niños objeto de estudio distribuido según grupo dentario.

Formato para la validez del instrumento a través de juicio de expertos

Instrucciones: Lea detenidamente y marque con una (X) la alternativa que considere correcta de acuerdo a su criterio en cuanto a los aspectos generales. Luego califique la validez.

ASPECTOS GENERALES	SI	NO
Los ítems permiten el logro de los objetivos	✓	
Mide lo que pretende	✓	
El número de ítems es suficiente para recoger la información	✓	

VALIDEZ	
APLICABLE	X
NO APLICABLE	
APLICABLE ATENDIENDO A LAS OBSERVACIONES	

Observaciones:

Nombres y Apellidos: Gustavo Adolfo Ruiz Orozco
 CI: 8836935 Tlf: 0416-3371596
 Fecha: 21/05/13 Firma: [Firma manuscrita]

Formato para la validez del instrumento a través de juicio de expertos

Instrucciones: Lea detenidamente y marque con una (X) la alternativa que considere correcta de acuerdo a su criterio en cuanto a los aspectos generales. Luego califique la validez.

ASPECTOS GENERALES	SI	NO
Los ítems permiten el logro de los objetivos	✓	
Mide lo que pretende	✓	
El número de ítems es suficiente para recoger la información	✓	

VALIDEZ	
APLICABLE	X
NO APLICABLE	
APLICABLE ATENDIENDO A LAS OBSERVACIONES	

Observaciones:

Nombres y Apellidos: Ana Hernández
CI: 4.155.976 Tlf: 0406 8479607
Fecha: 28/05/2013 Firma: Ana Hernández

Formato para la validez del instrumento a través de juicio de expertos

Instrucciones: Lea detenidamente y marque con una (X) la alternativa que considere correcta de acuerdo a su criterio en cuanto a los aspectos generales. Luego califique la validez.

ASPECTOS GENERALES	SI	NO
Los ítems permiten el logro de los objetivos	✓	
Mide lo que pretende	✓	
El número de ítems es suficiente para recoger la información	✓	

VALIDEZ	
APLICABLE ✓	NO APLICABLE
APLICABLE ATENDIENDO A LAS OBSERVACIONES	

Observaciones:

Nombres y Apellidos: Ivone Duran Mantilla +

CI: 3009700 Tlf: 0914 4120526

Fecha: 2-9-2013 Firma: Ivone Duran

Profesor Titular jubilado Facultad de Ingeniería
Escuela de Química. Docente de Análisis Instrumental.
LIC, MSc y especialista en Métodos Modernos de Análisis.



Anexo C
Universidad de Carabobo
Facultad de Odontología

Consentimiento Informado

Título: Riesgo de la contaminación por plomo a partir de dientes primarios exfoliados

Investigador: María Graciela Marín, María Isabel Marquez

Tutor académico: María Cristina Aguilera

Numero de contacto: 0412-7475268/ 0424-4908305

Lugar de Investigación: Centro de Investigaciones Toxicológicas de la Universidad de Carabobo.

Esta invitación a participar en una investigación va dirigida al representante legal del menor de edad, puesto a que el estudio está enfocado en una población infantil. Antes que usted decida junto con su representado a participar en la investigación, por favor lea este consentimiento detenidamente. Asegúrese de entender todos los procedimientos del estudio, haga las preguntas necesarias.

Esta investigación tiene como objetivo: “Determinar el riesgo de contaminación por plomo a través de dientes primarios exfoliados de los niños que asisten al área de Odontopediatría de la Fundación Centro de Salud Comunal y Desarrollo Integral (CESADE) de Tocuyito estado Carabobo durante el periodo Mayo-Junio del 2013. Estos resultados se usarán para la realización del trabajo académico.

La donación de muestras para la investigación es voluntaria, usted puede participar o negarse a colaborar con el estudio sin ser penalizado, sin que se vean afectados los servicios que usted, o cualquier miembro de su familia, pueda necesitar de alguno de los investigadores o de algún prestador de servicios médico u odontológico ya sea público o privado. Su único beneficio es el que corresponde al avance de la ciencia para posteriores

investigaciones y en beneficio de la comunidad a la que pertenece. La donación de su muestra no supone ningún gasto extra para usted así como tampoco remuneración alguna.

Para este estudio se tomarán en cuenta los niños que asisten al área de Odontopediatría de la Fundación Centro de Salud Comunal y Desarrollo Integral (CESADE) de Tocuyito estado Carabobo durante el periodo Mayo-Junio del 2013. El procedimiento para la obtención de la muestra del diente será a partir de la extracción de un diente en proceso de recambio por parte del odontólogo presente en CESADE. La muestra es lavada con solución fisiológica, secada y almacenada en un recipiente el cual fue rotulado con el grupo dentario y género al que pertenece la muestra.

Se le garantiza que este proyecto de investigación está aprobado por un Comité de Investigación, de Bioética y Bioseguridad de la Facultad de Odontología, cumpliendo las exigencias éticas y legales.

Los investigadores garantizan que en ningún caso saldrá del centro dato alguno que le identifique personalmente.

Como representante del menor, usted tiene derecho a conocer los resultados que se obtengan a partir del análisis de la muestra donada, siempre y cuando lo desee.

Es posible que en el futuro los resultados de su evaluación sean utilizados para otras investigaciones cuyos objetivos y propósitos no aparecen especificados en el formato que usted firmará. Si esto llegara a suceder toda su información será tratada de manera codificada para garantizar que no se revele su nombre.

Nombre y Apellido del Representante:

C.I. _____ Fecha _____
Firma _____

Hidrolab Toro Consultores, C.A.

RIF: J-07584620-6

CALIDAD DE AIRE, EMISIONES ATMOSFÉRICAS, DESECHOS PELIGROSOS,
HIGIENE OCUPACIONAL, AGUAS Y EFLUENTES INDUSTRIALES.

Registrado en el M.P.P.A. - N° 02-038

Valencia, 16 de Junio de 2013.

Señores:

Universidad de Carabobo.
(Facultad de Ciencias de la Salud)
Valencia, Edo. Carabobo.

Ref.: UCO-001-O-2.013.

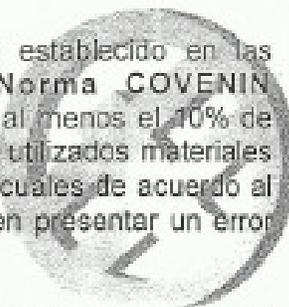
Estimados Señores:

Nos es grato dirigirnos a ustedes en la oportunidad de presentarles los **Resultados de los Análisis de Laboratorio**, efectuados a seis (06) muestras denominadas: incisivos femeninos, incisivos masculinos, molares masculinos, molares femeninos, M-1 y M-2, suministrada por ustedes a nuestras instalaciones.

Las muestras no fueron captadas por el personal técnico de **HIDROLAB TORO CONSULTORES, C.A.**, por lo tanto, no tiene validez legal para efectos de validación con el Ministerio del Ambiente, ya que la Ley Penal del Ambiente establece claramente que las muestras deben ser captadas y analizadas por un laboratorio registrado en el Ministerio del Ambiente.

ASEGURAMIENTO DE CALIDAD.

Las muestras son analizadas en concordancia con lo establecido en las Normas EPA, Standard Methods, ASTM y Norma COVENIN INTERNACIONAL ISO/IEC 17025:2005, analizando al menos el 10% de las muestras por duplicado. En cada corrida analítica son utilizados materiales de referencia o patrones certificados con trazabilidad, los cuales de acuerdo al Procedimiento de Verificación de Ensayos MP-06-0, deben presentar un error



CARACTERIZACIONES, PROYECTOS Y SISTEMAS DE CONTROL AMBIENTAL

Calle Silva N° 102 - 66 La Carretería Edif. Hielo El Polo, entre Montez de Oca y Carabobo, Valencia, Edo. Carabobo

Teléfonos: (0241) 838.02.34 - 831.28.30 - 835.45.81 - 835.55.64 - 834.04.58. Telefax: (0241) 831.28.74

E-mail: hidrolab@hidrolab.net.ve - hidrolab@hidrolab.com.ve



inferior al 10% a fin de garantizar la exactitud y precisión de los ensayos efectuados.

Sin otro particular a que hacer referencia y quedando a sus gratas ordenes para cualquier aclaratoria adicional, nos suscribimos de Ustedes.

Atentamente,
Por, **HIDROLAB TORO CONSULTORES C.A.**


Msc. Miguel Mura V.
Director Gerente y Técnico.

Este reporte no debe ser reproducido total o parcialmente sin una autorización por escrito de HIDROLAB TORO CONSULTORES C.A.

MM/yc.



ANÁLISIS DE LABORATORIO

EMPRESA: Universidad de Carabobo.
DIRECCIÓN: Valencia, Edo. Carabobo.

I.- DATOS DE LAS MUESTRAS.

Muestra N° 1: Incisivos Femeninos. Muestra N° 4: Molares Femeninos
Muestra N° 2: Incisivos Masculinos. Muestra N° 5: M-1
Muestra N° 3: Molares Masculinos. Muestra N° 6: M-2

Fecha de Recepción: 13 de Junio del 2013
Hora de Recepción: 07:00 a.m.
Fecha de análisis: 13/06/2013 al 14/06/2013

II. CONDICIONES AMBIENTALES DEL LABORATORIO.

PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR
TEMPERATURA	°C	25,1
HUMEDAD RELATIVA	%	45

III.- RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DE LABORATORIO.

PARÁMETROS	UNIDAD	MUESTRAS			INCERTIDUMBRE			MÉTODO (1)
		1	2	3	1	2	3	
PLOMO TOTAL	mg/Kg	N.D.	N.D.	N.D.	0,02	0,02	0,02	3120 B

PARÁMETROS	UNIDAD	MUESTRAS			INCERTIDUMBRE			MÉTODO (1)
		4	5	6	4	5	6	
PLOMO TOTAL	mg/Kg	N.D.	N.D.	N.D.	0,02	0,02	0,02	3120 B

(1) Standard Methods For The Examination of Water and Wastewater 21st Edición of 2005

N.D.: NO DETECTABLE.

OBSERVACIONES: Estas muestras fueron analizadas mediante una dilución.

ANALIZADO POR:

Heyde Moreno
T.S.U Heyde Moreno.

APROBADO POR:

Miguel Mura
Msc. Miguel Mura





UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
CENTRO DE INVESTIGACIONES TOXICOLÓGICAS



CITUC N° _____

DIGESTION DE MUESTRAS DE DIENTES PARA ANALISIS DE PLOMO

Identificación de las Muestras.

N° de Muestra	Identificación	Peso (gr)
6	Incisivos Femeninos	1,3189
9	Incisivos Mascullinos	1,3019
11	Molares Mascullinos	2,1106
20	Molares Femeninos	1,9908

Se suministran junto con las muestras dos (2) balones de 10 ml identificados como B1 y B2. El balón B1 es un blanco de HNO₃ al cual se le aplicó el mismo tratamiento de las muestras (30 ml de HNO₃ y evaporado hasta 10 ml) y B2 es blanco del HNO₃ utilizado en la digestión pero sin tratamiento.

Atentamente,


Ledo. Alves Sarmiento

Director

