



ANEXO 1

FORMATO PARA LA PRESENTACIÓN DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN
CON EL FINANCIAMIENTO DEL FEDU

1. Título del proyecto

Determinación de plomo en dientes como bioindicador de la exposición ambiental al plomo en pacientes de establecimientos de salud aledaños al río Coata 2023

2. Área de Investigación

Área de investigación	Línea de Investigación	Disciplina OCDE
Salud Pública	Salud Pública	

3. Duración del proyecto (meses)

12 meses

4. Tipo de proyecto

<u>Individual</u>	☐
<u>Multidisciplinario</u>	☒
<u>Director de tesis pregrado</u>	☐

5. Datos de los integrantes del proyecto

Apellidos y Nombres	Padilla Cáceres Tania Carola
Escuela Profesional	Odontología
Celular	958199952
Correo Electrónico	tpadilla@unap.edu.pe

Apellidos y Nombres	Cervantes Alagón Sheyla Lenna
Escuela Profesional	Odontología
Celular	951775222
Correo Electrónico	slcervantes@unap.edu.pe

Apellidos y Nombres	Caballero Apaza Luz Marina
Escuela Profesional	Enfermería
Celular	974203370
Correo Electrónico	lmcaballero@unap.edu.pe

Apellidos y Nombres	Manuela Daishy Casa Coila
Escuela Profesional	Educación Secundaria
Celular	950012273
Correo Electrónico	mcasa@unap.edu.pe



I. Título

Determinación de plomo en dientes como bioindicador de la exposición ambiental al plomo en pacientes de establecimientos de salud aledaños al río Coata 2023

II. Resumen del Proyecto de Tesis

Objetivo: Tiene como propósito evaluar la utilidad de los dientes humanos de niños y adultos como bioindicador de la exposición ambiental crónica al plomo en los pacientes que acuden a establecimientos de salud aledaños al río Coata. **Metodología:** El diseño de la investigación es no experimental, descriptiva, relacional. Se analizarán el contenido de plomo en un total de 50 dientes primarios de niños y 50 dientes permanentes de adultos. Los especímenes a evaluar se recolectarán como resultado de extracciones dentales planificadas por razones odontológicas en los diferentes centros de salud aledaños al río Coata. La concentración de plomo se determinará mediante la medición en la dentina de los dientes por el método de espectrometría por Absorción atómica es la técnica más utilizada para la detección de oligoelementos en diversos materiales, particularmente en muestras dentales y será realizado en un laboratorio certificado, así como la determinación de plomo en agua y suelo.

Para el análisis de los datos se empleará el software SPSS, se evaluará la distribución normal de los datos recolectados mediante la prueba de Shapiro–Wilk con un nivel de confianza del 95%. Luego se utilizará el modelo de regresión lineal utilizando la prueba de Ro de Pearson de independencia no paramétrica para investigar la relación tipo de diente, procedencia y concentración de plomo. **Resultados esperados:** Los resultados ayudarán a proponer estrategias de prevención para evitar el impacto negativo del plomo en la salud de las personas utilizando dientes humanos como bioindicador de la contaminación ambiental en Coata.

III. Palabras claves (Keywords)

Dientes humanos, plomo, exposición ambiental, espectrometría, medio ambiente.

IV. Justificación del proyecto

La contaminación ambiental con metales pesados es un problema de salud pública en muchos países del mundo. El plomo es el metal pesado más común en el entorno donde viven las personas (Briffa et al., 2020). Se encuentra en los alimentos que la gente come, en el aire que respira, el agua que bebe y en el suelo donde cultivan sus plantas comestibles (Obeng-Gyasi, 2019).

El plomo ingresa al cuerpo a través de la inhalación, la ingestión y el contacto dérmico. Una vez ingerido, el plomo se absorbe a través del tracto digestivo y se distribuye por todo el cuerpo a través del torrente sanguíneo (Rădulescu & Lundgren, 2019).

El plomo es una sustancia tóxica que se acumula en el tiempo y afecta principalmente al hígado y los riñones. Una vez en el cuerpo, el plomo afecta el sistema nervioso central y los sistemas endocrino y reproductivo. El plomo es particularmente dañino para los niños pequeños (Wani et al., 2015) con impactos adversos en el desarrollo neuroconductual.

Una vez que el plomo ha estado en el cuerpo por tiempo prolongado, es muy difícil eliminarlo, ya que se deposita en los huesos, antes de lo cual causa una gran cantidad de daño en el desarrollo neurológico (Hauptman et al., 2017).



Según numerosos estudios, se puede concluir que la exposición reciente al plomo se puede medir en muestras de sangre, mientras que la exposición acumulada se puede medir en dientes o huesos (Havens et al., 2018; López-Costas et al., 2020).

Los mejores bioindicadores de la exposición ambiental a metales pesados, incluido el plomo, especialmente en el caso de exposición crónica desde el desarrollo temprano, son los huesos y los dientes, los cuales tienen una alta afinidad por el plomo. El hueso humano es un material de difícil acceso, y es un procedimiento muy invasivo. Los dientes, sin embargo, son un material muy similar al tejido óseo, y es un material de fácil acceso de una manera mínimamente invasiva (Barton, 2011b; Piekut Agata et al., 2018).

Los estudios han demostrado que el contenido de plomo en los dientes no cambia durante mucho tiempo, y las mediciones de su concentración en los dientes de habitantes de áreas contaminadas pueden ser un material de investigación para determinar el nivel de exposición ambiental al plomo (**Rahman Abdur & Abubakar Yousuf, 2022; Shepherd et al., 2012**). Por lo que el diente es un bioindicador confiable de la contaminación ambiental (Asaduzzaman et al., 2017a).

Los proyectos mineros en Perú, contaminan las aguas debido a los relaves de los procesos de flotación en la extracción metalúrgica de minerales, e incrementan el grado de contaminación en ríos, lagos, lagunas, por lo que es probable que los pobladores aledaños a la cuenca del río Coata se encuentren contaminados con plomo. La identificación de fuentes locales de plomo en el medio ambiente es una parte muy importante de la prevención de la exposición debido a la falta de una cura para el envenenamiento por plomo, razón por la que realizamos esta investigación.

V. Antecedentes del proyecto

De la búsqueda en base de datos, se tiene la siguiente recopilación:

(Friedman et al., 2022), realizaron un estudio para caracterizar la exposición a metales en la vida temprana utilizando dientes deciduos en una comunidad preocupada por exposiciones pasadas. Para el mismo se recolectaron dientes caídos naturalmente de 30 niños de 5 a 13 años que residían en Holliston, Massachusetts desde la concepción. La exposición a los metales se estimó por medición de las concentraciones en la dentina mediante espectrometría, desde la etapa prenatal hasta un año de edad, se utilizaron modelos mixtos lineales multivariantes para explorar los correlatos. Como resultado se tiene que las mujeres tenían Mn y Pb en la dentina prenatal y posnatal más altos, en comparación con los hombres (p. ej., % de diferencia, Mn posnatal: 122 % (17 %, 321 %); Pb posnatal: 60 % (IC del 95 %: -8 %, 178 %). Concluyeron que los dientes deciduos brindan información retrospectiva sobre la dosis y el momento de la exposición a metales en la vida temprana en alta resolución. Este estudio demostró su utilidad para poblaciones con contaminación pasada del agua potable, además de demostrar que los dientes deciduos, son biomarcadores no invasivos.

(Yepes et al., 2020), realizó un estudio con el propósito de determinar la asociación entre la exposición al plomo entre las edades de 1 a 4 años y la caries dental en la dentición permanente entre las edades de 9 a 17 años entre los jóvenes mexicanos, los datos se recogieron de un grupo de 490 niños nacidos y criados en la Ciudad de México. Los niveles de plomo en sangre se midieron en microgramos de plomo por decilitro de sangre ($\mu\text{g/dL}$) y la presencia de caries en la adolescencia se determinó utilizando el Sistema Internacional de Evaluación y Detección de Caries (ICDAS). La relación entre los niveles de plomo en la sangre y las superficies deterioradas, faltantes o rellenas (DMFS) se examinó mediante una regresión binomial negativa. De los resultados hallados se tiene que el nivel medio general de plomo en sangre (BLL, por sus siglas en inglés) fue de $4,83 \mu\text{g/dl}$ (SD de 2,2). El nivel global medio de caries (DMFS) fue de 4,1. No



se encontró una asociación estadísticamente significativa entre los niveles de plomo en sangre en la primera infancia y la caries dental en la adolescencia. En conclusión, el estudio muestra la falta de asociación entre la exposición al plomo entre las edades de 1 a 4 años y la caries dental en la dentición permanente más adelante en la vida. (Yepes et al., 2020).

(Johnston et al., 2019) en su estudio piloto denominado Proyecto "Truth Fairy", analizaron 50 dientes deciduos caídos de 43 niños que vivieron toda su vida a menos de 2 millas de la fundición para comprender la exposición retrospectiva a metales tóxicos utilizando un enfoque de investigación impulsado por la comunidad. Las concentraciones de plomo (Pb) y arsénico (As) en los dientes se evaluaron mediante espectrometría de masas de plasma acoplado inductivamente por ablación láser. Las concentraciones de Pb en el suelo se determinaron usando kriging espacial de las mediciones del suelo superficial. Los niveles de Pb normalizados de calcio prenatal promedio en muestras de dientes (informados como una proporción 208 Pb: 43 Ca) fue de $4,104 \times 10^{-4}$ (DE $4,123 \times 10^{-4}$), y el nivel posnatal medio de 208 Pb: 43 Ca fue de $4,109 \times 10^{-4}$ (DE $3,369 \times 10^{-4}$). observamos una relación positiva significativa entre los dientes prenatales Pb por aumento de 100 ppm en el suelo Pb ($\beta = 3.48$, 95% IC 1.11, 5.86). El estudio Truth Fairy sugiere que la exposición prenatal y temprana a metales tóxicos está asociada con la contaminación del suelo heredada en una comunidad urbana cerca de una fundición.

(Piekut et al., 2018), en su estudio cuyo objetivo fue evaluar la utilidad de los dientes temporales como indicador de exposición ambiental a Cd, Pb y Zn en niños residentes en Bytom. Se analizaron 45 dientes temporales de niños de 2 a 14 años, el contenido de metales pesados (cadmio (Cd), plomo (Pb) y zinc (Zn)) se determinó mediante espectrometría de absorción atómica (ASA) Savant Sigma. Obteniendo como resultados del análisis químico, diferencias en las concentraciones de metales pesados (Cd, Pb, Zn) en las muestras analizadas de dientes temporales. Las concentraciones en el grupo de niños de 2 a 14 años estuvieron en los rangos: 0.002–1.352 $\mu\text{g/g}$ para Cd, en un 10% en los dientes de las niñas. Llegaron a la conclusión de que los resultados del análisis químico de los dientes de leche recogidos de los niños que viven en Bytom indican una posibilidad limitada de usarlos como indicador de la exposición ambiental de los niños al cadmio, el plomo y el zinc. La exposición prenatal parece ser un factor de confusión para los niños.

(Asaduzzaman et al., 2017), realizan un estudio donde recolectaron un total de 50 dientes humanos separados de pacientes dentales de diversas etnias, edades, sexos, ocupaciones, hábitos dietéticos, residencia, etc. El análisis se realizó utilizando espectrometría de masas de plasma acoplado inductivamente (ICP-MS), la mayoría de las muestras indican la presencia de los siguientes elementos traza, colocados en orden de concentración, de menor a mayor: As, Mn, Ba, Cu, Cr, Pb, Zn, Hg, Sb, Al, Sr, Sn. Se ha observado que las concentraciones aumentan con la edad. Entre los grupos étnicos, los dientes de la etnia china mostraron concentraciones de metal, mayores que las de los indios y los malayos, la dentina de los dientes de las mujeres generalmente mostró concentraciones mayores que la de los hombres. Se encontraron mayores concentraciones de Hg, Cu y Sn en molares mientras que Pb, Sr, Sb y Zn estuvieron presentes en mayor concentración en incisivos. Con los elevados niveles de concentración de metales pesados en la dentina, reflejan la contaminación de las emisiones industriales y la urbanización, es evidente que la dentina dental humana puede proporcionar información cronológica sobre exposición.

(Kamberi et al., 2012), señala que el interés por el uso de bioindicadores humanos, se ha incrementado en los últimos años, es así que determinar el contenido de metales pesados en los dientes juega un papel importante para monitorear el impacto de la contaminación ambiental. Es por ello que realiza revisión de literatura con el objetivo de demostrar el estado actual de los dientes utilizados como indicadores en la contaminación ambiental con plomo. Concluyen que el análisis de los dientes es una técnica importante para determinar la exposición de elementos traza tóxicos (plomo); además, que los niveles de concentración de plomo deben evaluarse considerando todo el diente en lugar de partes del mismo.

Por otra parte, (Barton, 2011), estudió la presencia de plomo (Pb) y cadmio (Cd) en la dentición



temporal, el cabello del cuero cabelludo y la sangre capilar en una población de alrededor de 300 niños en edad preescolar de 6 años. Los contenidos de Pb y Cd se midieron por espectrometría de absorción atómica en horno de grafito con corrección de fondo Zeeman. Los niveles de metales encontrados fueron comparables a los de los países europeos. Las correlaciones positivas entre Pb y Cd en el mismo y en diferentes tejidos estaban muy extendidas ($r=0,23-0,68$). Se encontró una correlación positiva entre Pb en dientes y sangre ($r=0.65, p<0,001$). Umbral de Pb en sangre $100 \mu\text{g L}^{-1}$ referido a $2,6 \mu\text{g g}^{-1}$ Pb en los dientes. Los resultados demostraron la ventaja del análisis de los dientes primarios para la detección de la exposición al Pb de los niños en edad preescolar.

Asimismo, (Báez et al., 2011), determinaron por espectrometría de absorción atómica con horno de grafito los niveles de cadmio y plomo en 79 dientes deciduos de niños de 5 a 13 años de edad que residen en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México. Las concentraciones de cadmio y plomo mostraron una distribución sesgada positivamente por lo que se transformaron a logaritmos base 10. Las medias geométricas (GM) de las concentraciones de todos los dientes fueron de 0.22 ± 3.4 y $10.2 \pm 2.2 \mu\text{g g}^{-1}$ para cadmio y plomo, respectivamente. No se observaron diferencias estadísticamente significativas de las concentraciones de cadmio y plomo entre los tipos de dientes, posición de los dientes, tipo de diente y su posición, sexo, nivel socioeconómico, y el uso o no uso de crayones de color. Los valores de cadmio decrecieron con la edad y los de plomo no mostraron una tendencia clara. Sólo se observaron diferencias estadísticamente significativas entre las concentraciones de cadmio y la edad.

Se considera el estudio de (Quispe Yana et al., 2019), donde se describe la determinación de metales pesados, como cromo (Cr), cadmio (Cd) y plomo (Pb), en sedimentos superficiales de la cuenca baja del río Coata, considerado como la más importante arteria fluvial afluente del lago Titicaca en Perú. Se evaluó la contaminación de los cuerpos de agua, sedimentos y otros componentes de la diversidad ecológica. La determinación fue hecha en dos épocas del año, en avenida y en estiaje en cinco puntos estratégicos. El rango de concentraciones mínimo y máximo hallado fue de 4.10 mg/kg Cr , 0.10 mg/kg Cd , y 3.75 mg/kg Pb , y 28.42 mg/kg Cr , 0.70 mg/kg Cd , y 16.50 mg/kg Pb , respectivamente. Algunos valores mínimos hallados superan los mínimos aceptables establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para Suelo del Ministerio del Ambiente del Perú. Las posibles causas de la contaminación detectada son la acción antrópica con impacto en las aguas residuales de la ciudad de Juliaca, Perú. La cuantificación de estos elementos se realizó por espectroscopia de absorción atómica Método EPA.

VI. Hipótesis del trabajo

Existe una alta concentración de plomo en dientes humanos como resultado de la exposición ambiental

VII. Objetivo general

Determinar la concentración de plomo en dientes humanos como bioindicador de la exposición ambiental al plomo en los establecimientos de salud aledaños al río Coata

VIII. Objetivos específicos

- Determinar la cantidad de plomo en dientes deciduos
- Determinar la concentración de plomo en dientes permanentes
- Relacionar la concentración de plomo según tipo de diente
- Determinar la concentración de plomo en agua
- Determinar la concentración de plomo en suelo



IX. Metodología de investigación

Tipo y diseño de la investigación

El diseño de investigación es no experimental de tipo cuantitativo correlacional y descriptivo

Muestra:

El tipo de muestreo es no probabilístico e intencional en la cual, el investigador establece previamente los criterios para seleccionar las unidades de análisis.

El tamaño de muestra estará constituido por:

50 dientes deciduos

50 dientes permanentes

Recolectados como resultado de extracciones planificadas en los centros de salud aledaños al río Coata

Criterios de selección de muestra

- Piezas dentarias deciduas y permanentes que no presenten restauraciones con amalgama
- Piezas dentarias deciduas y permanentes de personas que vivan al menos cinco años en el lugar de estudio.

Técnicas y Procedimiento

1. La muestra de la investigación estará conformada por dientes primarios de niños y dientes permanentes obtenidos de adultos que vivan al menos 5 años. El motivo de la extracción de dientes deciduos primarios fue por exfoliación dental y piezas con Diagnóstico de resto radicular por caries. Los dientes permanentes se extraerán por indicaciones profilácticas, de ortodoncia o quirúrgicas (Moskalenko et al., 2021).
2. Las piezas dentales recolectadas serán en coordinación con los centros de salud pertenecientes al MINSA que pertenecen a la población de estudio (realizando todas las coordinaciones, consentimientos, con permisos aceptados y comité de ética).
3. El contenido de plomo en los dientes se analizará en un Laboratorio acreditado de la Universidad Mayor de San Andrés de la Ciudad de la Paz - Bolivia, las muestras serán enviadas según especificaciones cumpliendo protocolos.
4. La dentina dental humana puede proporcionar información cronológica sobre



exposición a metales pesados como el plomo (Asaduzzaman et al., 2017; Friedman et al., 2022).

5. La cantidad de plomo (Pb) en las muestras dentales se determinarán mediante espectrofotómetro de absorción atómica (AAS) (Jamali et al., 2022), donde todos los dientes se limpiarán a fondo y se lavarán con agua destilada, luego se secarán y triturarán en un molinillo vibratorio. Se procederá a pesar muestra dental, se colocará en un recipiente de teflón y se añadirá 10 ml de ácido nítrico concentrado espectralmente puro, luego a presión en un mineralizador de microondas. El proceso de mineralización tomará aproximadamente 15 minutos y los parámetros estarán conformados por la potencia, presión y temperatura por especificaciones del laboratorio. Después de completar el proceso de mineralización el material de prueba se transferirá a un matraz volumétrico desechable y la cantidad faltante se complementará con agua destilada.

Consideraciones éticas

Este estudio será sometido al Comité Institucional de ética en Investigación e la UNA Puno.

Todos los procedimientos se realizan según las directrices de la declaración de Helsinki, la Ley general de Salud del Perú (Ley 268429), Ley que establece los derechos de la persona usuarias de los servicios de salud ley No 29414. La información obtenida será manejada confidencialmente, asegurando el anonimato de cada participante utilizando códigos de identificación, en concordancia con la Ley de protección de los datos personales Ley No 29733.

Los investigadores se comprometen a publicar los resultados de la investigación.

Análisis estadístico

Se utilizará el software SPSS

Se evaluará la distribución normal de los datos recolectados mediante la prueba de Shapiro–Wilk con un nivel de confianza del 95%. Luego se utilizará el modelo de regresión lineal utilizando la prueba de R de Pearson de independencia no paramétrica para investigar la relación tipo de diente, procedencia y concentración de plomo.

X. Referencias

Asaduzzaman, K., Khandaker, M. U., Binti Baharudin, N. A., Amin, Y. B. M., Farook, M. S., Bradley, D. A., & Mahmoud, O. (2017a). Heavy metals in human teeth dentine: A bio-indicator of metals exposure and environmental pollution. *Chemosphere*, 176, 221–230. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2017.02.114>



- Asaduzzaman, K., Khandaker, M. U., Binti Baharudin, N. A., Amin, Y. B. M., Farook, M. S., Bradley, D. A., & Mahmoud, O. (2017b). Heavy metals in human teeth dentine: A bio-indicator of metals exposure and environmental pollution. *Chemosphere*, 176, 221–230. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2017.02.114>
- Báez, A., Belmont, R., García, R., & Hernández, J. C. (2011). Cadmium and lead levels in deciduous teeth of children living in México city. *Revista Internacional ...*, 3(3), 109–115.
- Barton, H. J. (2011a). Advantages of the use of deciduous teeth, hair, and blood analysis for lead and cadmium bio-monitoring in children. A study of 6-year-old children from Krakow (Poland). *Biological Trace Element Research*, 143(2), 637–658. <https://doi.org/10.1007/s12011-010-8896-6>
- Barton, H. J. (2011b). Advantages of the use of deciduous teeth, hair, and blood analysis for lead and cadmium bio-monitoring in children. A study of 6-year-old children from Krakow (Poland). In *Biological Trace Element Research* (Vol. 143, Issue 2, pp. 637–658). <https://doi.org/10.1007/s12011-010-8896-6>
- Briffa, J., Sinagra, E., & Blundell, R. (2020). Heavy metal pollution in the environment and their toxicological effects on humans. In *Heliyon* (Vol. 6, Issue 9). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e04691>
- Friedman, A., Bauer, J. A., Austin, C., Downs, T. J., Tripodis, Y., Heiger-Bernays, W., White, R. F., Arora, M., & Claus Henn, B. (2022). Multiple metals in children's deciduous teeth: results from a community-initiated pilot study. *Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology*, 32(3), 408–417. <https://doi.org/10.1038/s41370-021-00400-x>
- Hauptman, M., Bruccoleri, R., & Woolf, A. D. (2017). An Update on Childhood Lead Poisoning. *Clinical Pediatric Emergency Medicine*, 18(3), 181–192. <https://doi.org/10.1016/j.cpem.2017.07.010>
- Havens, D., Pham, M. H., Karr, C. J., & Daniell, W. E. (2018). Blood lead levels and risk factors for lead exposure in a pediatric population in ho chi minh city, Vietnam. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(1). <https://doi.org/10.3390/ijerph15010093>
- Johnston, J. E., Franklin, M., Roh, H., Austin, C., & Arora, M. (2019). Lead and Arsenic in Shed Deciduous Teeth of Children Living Near a Lead-Acid Battery Smelter. *Environmental Science & Technology*, 53(10), 6000–6006. <https://doi.org/10.1021/acs.est.9b00429>
- Kamberi, B., Kocani, F., & Dragusha, E. (2012). Teeth as Indicators of Environmental Pollution with Lead. *Journal of Environmental & Analytical Toxicology*, 02(01), 1–5. <https://doi.org/10.4172/2161-0525.1000118>
- López-Costas, O., Kylander, M., Mattielli, N., Álvarez-Fernández, N., Pérez-Rodríguez, M., Mighall, T., Bindler, R., & Martínez Cortizas, A. (2020). Human bones tell the story of atmospheric mercury and lead exposure at the edge of Roman World. *Science of the Total Environment*, 710. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.136319>
- Obeng-Gyasi, E. (2019). Sources of lead exposure in various countries. In *Reviews on Environmental Health* (Vol. 34, Issue 1, pp. 25–34). De Gruyter. <https://doi.org/10.1515/reveh-2018-0037>
- Piekut, A., Moskalenko, O., & Gut, K. (2018). Can primary teeth be an indicator of the environmental exposure of children to heavy metals ? Czy zęby mleczne mogą być wskaźnikiem środowiskowego narażenia dzieci na metale ciężkie ? 21(4), 18–23. <https://doi.org/10.19243/2018402>
- Piekut Agata, Moskalenko Olena, & Gut Klaudia. (2018). Can primary teeth be an



- indicator of the environmental exposure of children to heavy metals? *Medycyna Środowiskowa - Environmental Medicine*, 21(4), 18–23.
- Quispe Yana, R. F., Belizario Quispe, G., Chui Betancur, H. N., Huaquisto Cáceres, S., Calatayud Mendoza, A. P., & Yábar Miranda, P. S. (2019). Concentración De Metales Pesados: Cromo, Cadmio Y Plomo En Los Sedimentos Superficiales En El Río Coata, Perú. *Revista Boliviana de Química*, 2(36.2), 83–90. <https://doi.org/10.34098/2078-3949.36.2.3>
- Rădulescu, A., & Lundgren, S. (2019). A pharmacokinetic model of lead absorption and calcium competitive dynamics. *Scientific Reports*, 9(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-019-50654-7>
- Rahman Abdur, & Abubakar Yousuf. (2022). Lead levels in primary teeth of children in Karachi. *Ann Trop Paediatr.*, 22(1), 79–83. <https://doi.org/10.1080/02724936.1997.11747878>
- Shepherd, T. J., Dirks, W., Manmee, C., Hodgson, S., Banks, D. A., Averley, P., & Pless-Mulloli, T. (2012). Reconstructing the life-time lead exposure in children using dentine in deciduous teeth. *Science of the Total Environment*, 425, 214–222. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2012.03.022>
- Wani, A. L., Ara, A., & Usmani, J. A. (2015). Lead toxicity: A review. In *Interdisciplinary Toxicology* (Vol. 8, Issue 2, pp. 55–64). Slovak Toxicology Society. <https://doi.org/10.1515/intox-2015-0009>
- Yepes, J. F., McCormick-Norris, J., Vinson, L. Q. A., Eckert, G. J., Hu, H., Wu, Y., Jansen, E. C., Peterson, K. E., Téllez-Rojo, M. M., & Mier, E. A. M. (2020). Blood levels of lead and dental caries in permanent teeth. *Journal of Public Health Dentistry*, 80(4), 297–303. <https://doi.org/10.1111/jphd.12384>

XI. Uso de los resultados y contribuciones del proyecto

En relación a la utilización de los resultados y contribuciones del trabajo de investigación, significará una referencia sustancial en el ámbito científico de la población, para el conocimiento sobre la determinación de la incidencia de las variables de estudio, además proponer estrategias de prevención para evitar el impacto negativo del plomo en dientes humanos como bioindicador de la contaminación ambiental Coata 2023, y ser base para proponer protocolos de bioseguridad ambiental.

XII. Impactos esperados

i. Impactos en Ciencia y Tecnología

La investigación está orientado a descubrir nuevos conocimientos relacionados la determinación del plomo en dientes humanos como bioindicador de la exposición ambiental al plomo en los establecimientos de salud aledaños al río Coata 2023, de modo que sirva de aporte científico y tecnológico, para la elaboración de nuevas investigaciones sobre el tema mencionado, además busca incrementar nuevas teorías y conocimientos, que permitan para su publicación y difusión a la comunidad científica.



ii. Impactos económicos

La investigación espera el movimiento de recursos económicos por los investigadores, además los principales beneficiarios serán la población de estudio, para determinar la incidencia del plomo en dientes humanos como bioindicador de la exposición ambiental al plomo en los establecimientos de salud aledaños al río Coata 2023.

iii. Impactos sociales

La investigación a realizarse tendrá un alto de impacto social, tanto en la sociedad como en los estudiantes para determinar la incidencia del plomo en dientes humanos como bioindicador de la exposición ambiental al plomo en los establecimientos de salud aledaños al río Coata 2023.

iv. Impactos ambientales

La proyección de los resultados obtenidos, se hará réplica en otras instituciones por sus resultados, de la incidencia para determinar la presencia del plomo en dientes humanos como bioindicador de la exposición ambiental que perjudica a la población que acude a los establecimientos de salud aledaños al río Coata.

XIII. Recursos necesarios

Recursos humanos: Investigadores, laboratorista, estadístico, personal de salud
Recursos materiales y servicios: piezas dentarias deciduas y permanentes, laboratorio para espectrofotómetro de absorción atómica, laptop, internet, USB, celulares, IBM SPSS, Microsoft Excel, Análisis de agua y suelos

XIV. Localización del proyecto (indicar donde se llevará a cabo el proyecto)

Establecimientos de salud aledaños al río Coata Puno

XV. Cronograma de actividades

Actividad	Trimestres											
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Elaborar proyecto de investigación	X											
Recopilación de información bibliográfica	X											
Sistematización de la información	X	X	X	X								
Aplicación del experimento					X	X	X	X				
Análisis de resultados								X	X	X		
Redacción del informe final											X	X
Publicación de artículo científico												X



XVI. Presupuesto

Descripción	Unidad de medida	Costo Unitario (S/.)	Cantidad	Costo total (S/.)
Muestras para laboratorio				
Piezas dentales deciduas	Pieza	80	50	4000.00
Piezas dentales permanentes	Pieza	80	50	4000.00
Análisis de agua del consumo de la población	Muestra	300	4	1200.00
Análisis de suelo	Muestra	300	4	1200.00
BIENES				
Impresos	Hojas	0.60	500	300.00
Material de escritorio	Paquetes	18.50	10	185.00
Material de impresión	Cartuchos tinta	150	4	600.00
Material de laboratorio	placas	10.00	20	200.00
Kit odontológico	Unidad	3000.00	1	3000.00
SERVICIOS				
Taller de Estadística	Sesiones	200.00	04	800.00
Internet	Mensual	80.00	12	1200.00
Llamadas Telefónicas	llamadas	0.50	120	160.00
Transporte	pasajes	2.00	120	340.00
Viáticos investigadores	Unidad	50.00	16	800.00
Viáticos colaboradores	Unidad	100.00	5	500.00
Publicación de artículo	Unidad	8000.00	1	8000.00
Transporte de muestras de estudio	Unidad	300.00	2	600.00
Otros gastos	Unidad	3000.00	1	3000.00
TOTAL				30 585.00