



Revista Especializada de Ingeniería  
y Ciencias de la Tierra

VOL: 4 N° 2 Enero - Julio 2025

ISSN L: 2805-1874

## La Exposición al Plomo: Una Amenaza para la salud renal infantil Lead Exposure: A Threat to Children's Kidney Health

Isis Eyda Bernal Camarena

Universidad de Panamá. Centro Regional Universitario de Coclé, Panamá.

Isis050885@gmail.com

ORCID <https://orcid.org/0009-0001-2996-6904>

Elzebir Tejedor De León

Universidad de Panamá. Centro Regional Universitario de Veraguas, Panamá.

elzebir.tejedor@up.ac.pa

ORCID <https://orcid.org/0000-0001-7836-9287>

Recibido: 8/3/2024 Aceptado: 1/5/2024

DOI <https://doi.org/10.48204/reict.v4n2.6750>

### RESUMEN

El propósito de este artículo es explorar los riesgos que representa la exposición al plomo para la salud renal infantil y destaca el rol preventivo de la enfermería nefrológica. La exposición al plomo, un metal tóxico presente en el ambiente y en productos de uso cotidiano, afecta de forma irreversible la salud de los niños, especialmente en el sistema nervioso y renal. Ante esta problemática, la enfermería nefrológica se posiciona como un pilar fundamental para la detección temprana, la educación y la prevención en la salud infantil. Mediante la aplicación de estrategias educativas dirigidas a las familias y el monitoreo de fuentes de exposición, las enfermeras nefrológicas contribuyen a reducir la carga tóxica del plomo en los niños y a preservar su salud renal a largo plazo. Este artículo también subraya la necesidad de implementar políticas públicas más rigurosas y de fortalecer la educación para la salud, enfocándose en comunidades vulnerables y en la reducción de fuentes de contaminación.

Concluyendo que la exposición al plomo continúa siendo un desafío de salud pública significativo, especialmente para la salud renal de los niños. A pesar de las regulaciones y políticas vigentes, su

uso en la industria y en productos de consumo sigue representando una amenaza. Aspecto muy preocupante ya que la exposición temprana puede llevar a consecuencias irreversibles en su salud, afectando tanto el sistema nervioso como el sistema renal, evidenciando como aún hoy en día, la exposición al plomo continúa siendo un riesgo para la salud renal de la población infantil del mundo y un problema latente de salud pública.

**Palabras clave:** Toxicidad por plomo, contaminación ambiental, exposición infantil a metales pesados, enfermedad renal infantil, salud renal infantil, enfermería nefrológica.

## **ABSTRAC**

The purpose of this article is to explore the risks posed by lead exposure to childhood kidney health and highlights the preventive role of nephrology nursing. Exposure to lead, a toxic metal present in the environment and in everyday products, irreversibly affects children's health, especially the nervous and kidney systems. Faced with this problem, nephrology nursing is positioned as a fundamental pillar for early detection, education and prevention in children's health. By applying educational strategies aimed at families and monitoring sources of exposure, nephrology nurses contribute to reducing the toxic burden of lead in children and preserving their long-term kidney health. This article also highlights the need to implement more rigorous public policies and strengthen health education, focusing on vulnerable communities and reducing sources of pollution.

Concluding that lead exposure continues to be a significant public health challenge, especially for children's kidney health. Despite current regulations and policies, its use in industry and consumer products continues to represent a threat. A very worrying aspect since early exposure can lead to irreversible consequences on your health, affecting both the nervous system and the kidney system, evidencing how even today, exposure to lead continues to be a risk for the kidney health of the child population. in the world and a latent public health problem.

**Keywords:** Lead toxicity, environmental contamination, childhood exposure to heavy metals, childhood kidney disease, childhood kidney health, nephrology nursing.

## **INTRODUCCIÓN**

El plomo (Pb) es definido por Wani et al. (2015), como: “el elemento pesado tóxico más importante del medio ambiente”. (p.55). Estos autores señalan que, aun siendo un metal peligroso, es una sustancia química, cuyas propiedades como maleabilidad, suavidad, mala conductividad, respaldan su utilización en la industria y en otros campos del saber humano. Salas, et al. (2019), afirma que existen antecedentes que dan cuenta de su utilización en la antigüedad que datan desde el año 4.000 A.C., lo que demuestra, la importancia que el hombre le ha dado a este metal, quizás, debido a que

está presente junto a otros metales de manera natural en la corteza terrestre. En este sentido, Robles & Sabath (2014), sostienen que, el auge que se le dio a la utilización del plomo desde las primeras civilizaciones no solo trajo consigo beneficio, sino que, también representó una amenaza para la salud, situándose como uno de los primeros riesgos ambientales descritos en la historia de la humanidad.

Con respecto a este tema, Barajas, et al. (2022), expone las ventajosas características y utilidad del plomo en la elaboración de diversos productos, desde juguetes hasta cosméticos, haciendo evidente que su universalidad de uso dificulta su eliminación completa. De igual manera, Becerra, et al. (2016), refiere que:

[...] actualmente, las principales fuentes de exposición se circunscriben a un ámbito ocupacional (fabricación de pintura, vidrio, cerámica, entre otros) y en el medio ambiente son las derivadas de la combustión de la gasolina, la emisión industrial y la contaminación de alimentos. (p.7).

A pesar de los riesgos que representa su utilización, aún persisten niveles elevados de exposición a este compuesto en la realización de diversas actividades, pero también existe ese riesgo, en el propio ambiente, lo que condiciona la presencia de una exposición crónica en la población (Chávez et al., 2017), por lo que ha sido relacionado con una mayor frecuencia al desarrollo de diversas patologías que afectan la salud humana, destacando un aumento significativo de las enfermedades crónicas relacionadas a la interacción entre su uso, la exposición y la patología.

Un estudio presentado por la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2019), señala que, en el año 2017, se estimó que 1,06 millones de personas fallecieron y 24,4 millones de años de vida ajustados por discapacidad se perdieron a causa de la exposición al Pb y a sus efectos negativos a largo plazo. Por ello, organizaciones como la Organización Panamericana de la Salud y la Organización Mundial de la Salud (OPS/OMS, 2022), aseguran que la toxicidad acumulada del Pb causa un impacto en diversos sistemas del organismo, como el cardiovascular, el neurológico, el sanguíneo, el digestivo y el renal.

Entre las afectaciones más peligrosas, atribuidas a la exposición al Pb está la enfermedad renal crónica (ERC) (Martínez, 2024), siendo definida como “la pérdida gradual de la función renal.” (OMS, 2023).

En la actualidad existe una mayor vinculación de la exposición al Pb con el desarrollo de la ERC siendo difícil determinar con certeza si las alteraciones renales se deben a la exposición a este metal tóxico, ya que algunas de las causas pueden ser desconocidas o no estar documentadas (Cabrera et al, 2016). Estudios epidemiológicos realizados en la población en general han encontrado que la

exposición al Pb incluso a niveles bajos (de plomo en sangre), aumenta la probabilidad de desarrollar enfermedad renal crónica. (Kathuria, 2023). En consonancia, Vervaet et al. (2017), explica que una lesión renal puede desarrollarse debido a la reabsorción de este metal en los túbulos proximales causando un estrés oxidativo, formación de radicales libres, diversas reacciones inflamatorias y desencadenado una acelerada apoptosis renal. Entendiéndose, por apoptosis según Carranza et al., (2020), como:

[...] el tipo de muerte, en donde la integridad de la membrana plasmática se mantiene intacta hasta que comienza la formación de cuerpos apoptóticos, cuya función es contener el material celular y evitar que éste actúe como desencadenante de la muerte de otras células. (p.100).

Todos estos autores, llaman la atención sobre que la exposición al Pb representa un grave riesgo para la salud, y en especial, para la salud infantil, ya que este metal pesado, considerado como altamente tóxico y que, su uso descontrolado ha causado altos niveles de contaminación, lo que puede afectar múltiples sistemas del cuerpo, incluso en niveles bajos de exposición. (Girón & Salazar, 2023). En los niños, que son especialmente vulnerables debido a su rápida etapa de desarrollo físico y neurológico, la exposición al Pb tiene consecuencias irreversibles y graves (Disalvo, 2022), ya que, se acumula en el organismo, afectando el cerebro, el sistema nervioso y los riñones de forma crítica. (Mamani & Vigil, 2022).

En cuanto a la salud renal infantil, Salcedo (2022), sostiene que el Pb puede provocar daño directo en los riñones, que actúan como filtro natural del cuerpo y son responsables de eliminar toxinas y mantener el equilibrio de electrolitos, por lo que la exposición crónica a este contaminante en niños puede inducir nefrotoxicidad, afectando la capacidad de los riñones para eliminar los desechos y causando disfunciones renales. A medida que el Pb se acumula en los riñones, puede iniciar procesos de inflamación y daño a las células renales, lo cual conlleva alteraciones en la función de filtración y, eventualmente, podría desarrollar insuficiencia renal. En niños expuestos al plomo, se ha observado que tienen un mayor riesgo de presión arterial elevada y alteraciones en la capacidad de los riñones para concentrar la orina, lo que complica el manejo de líquidos y desechos en el cuerpo. (Martínez et al., 2020).

Además, los efectos del plomo sobre la salud infantil abarcan problemas neurológicos significativos, como disminución del coeficiente intelectual, problemas de aprendizaje (Girón & Salazar, 2023), hiperactividad y alteraciones en el comportamiento. (Martínez, 2022). El Pb también puede interferir con la formación de sangre, provocando anemia (Lazón et al., 2024) y afecta el crecimiento óseo, ya que se deposita en los huesos y se libera lentamente en el organismo a lo largo del tiempo. (Alende-Sixto & Casariego-Vales, 2023).

Ante el evidente peligro que representa la exposición al Pb para la salud renal, es imperativo educar a la población sobre los efectos nocivos de la exposición a este metal y brindar información sobre cómo prevenir la exposición a este elemento nocivo, especialmente en los niños, que representan una población altamente vulnerable. (Rodríguez, 2021), representando un riesgo sustancial para la salud infantil, especialmente en el sistema renal. Las consecuencias en la salud renal de esta exposición pueden ser duraderas e incluso pueden llevar a problemas de salud crónicos en la adultez. La protección de los niños frente a la exposición al Pb es esencial, así como la implementación de políticas de salud pública que regulen y controlen las fuentes de contaminación por Pb para reducir sus efectos nocivos en la población infantil. (Alende-Sixto & Casariego-Vales, 2023)

El objetivo de este artículo es presentar una reflexión sobre los riesgos que representa la exposición al plomo en la salud renal infantil y presentar estrategias que reduzcan el contacto que tienen los niños con el plomo, mitigando sus efectos tóxicos al organismo.

## **DESARROLLO**

### **Niñez y el efecto tóxico del Pb.**

Como se ha señalado en párrafos anteriores, el Pb es uno de los contaminantes más peligrosos para la salud humana, y los niños se encuentran entre los grupos más vulnerables a sus efectos tóxicos. En este grupo poblacional, este metal pesado, que puede ingresar al cuerpo a través de la inhalación, ingestión o incluso el contacto con superficies contaminadas, lo que representa una amenaza grave debido a su capacidad de acumularse en el organismo y su dificultad para ser eliminado. (Orozco, 2023. Estudios como los de Perales (2020), concluyen que los infantes absorben el Pb de manera más rápida que los adultos, atribuido esto, a que sus cuerpos están en pleno desarrollo y sus sistemas de defensa no están completamente formados, lo que los expone a una serie de problemas de salud de corto y largo plazo.

Como es un metal muy versátil, es ampliamente utilizado en múltiples productos fabricados por el hombre (baterías, municiones, pigmentos de pintura, barnices empleados en la cerámica (Vilca, 2023)), utilizándolo de forma directa o indirecta, por lo que sus efectos en el cuerpo humano pueden llegar a variar según como éste penetre al cuerpo, ya sea por medio de inhalación o ingestión y sus repercusiones pueden llegar a alterar diversos sistemas del organismo como el renal, inmunológico, reproductor pero en mayor medida, el sistema nervioso, éste último, especialmente, en niños pequeños. (Robles, 2024).

La exposición al Pb en la infancia afecta de manera significativa el sistema nervioso central y el desarrollo cerebral, lo que puede traducirse en dificultades cognitivas, problemas de aprendizaje,

reducción del coeficiente intelectual (Saravia, 2022) y alteraciones en el comportamiento, como hiperactividad e impulsividad. (Aranbarri & Andrade, 2020). Estas afectaciones pueden ser permanentes, incluso cuando la exposición es relativamente baja, debido a que el cerebro de los niños es altamente sensible a sustancias neurotóxicas durante sus primeras etapas de formación. (Ingaruca & Puchoc, 2023). Además, este metal pesado, puede interferir en la síntesis de hemoglobina, causando anemia (Martínez, 2022) y depositarse en los huesos, desde donde se libera lentamente, afectando el crecimiento óseo y aumentando el riesgo de daño a largo plazo. (Olortegui, 2022).

Otro aspecto preocupante es el impacto de este metal en el sistema renal infantil, ya que su acumulación puede generar nefrotoxicidad, afectando la capacidad de los riñones para eliminar residuos de manera eficaz, ya que son los encargados de filtrar las toxinas del cuerpo. Los niños expuestos a altos niveles de plomo tienen un mayor riesgo de desarrollar problemas renales crónicos, incluyendo disfunción renal temprana y dificultad en la regulación de líquidos y electrolitos. (Stafi et al., 2024). Estos daños en los riñones pueden manifestarse desde temprana edad y, en casos graves, podrían avanzar hacia una insuficiencia renal crónica en la adultez. (Vilca, 2023).

Los niños son más propensos a sufrir los efectos del Pb que los adultos, esto, puede ser atribuido que su organismo está en crecimiento, por lo que absorben este metal con mayor facilidad; aun cuando la exposición es baja, se producen grandes efectos a la salud. (Bajaras et al., 2022). Para Téllez-Rojo et al. (2023), “el feto y el niño, en comparación con los adultos, son más vulnerables a esta exposición toxica” (p. 133). Además, la desnutrición, que es común en los países en desarrollo, tiende a incrementar la absorción del Pb en el organismo, afectando el desarrollo neurológico (bajo coeficiente intelectual) y aumentando el riesgo de padecer nefropatía durante la edad adulta. (Salcedo, 2022).

La exposición al Pb en la niñez constituye, por tanto, un riesgo significativo para el desarrollo integral de los menores, afectando desde su capacidad de aprendizaje hasta su salud física. (Bajaras et al., 2022). Para contrarrestar este problema de salud, Téllez-Rojo et al. (2020), hace un llamado a la prevención, que resulta fundamental y debe involucrar la regulación de fuentes de contaminación por plomo, así como la educación sobre los riesgos que este metal conlleva. Los esfuerzos para proteger a la niñez de los efectos tóxicos del plomo son cruciales para garantizar un crecimiento y desarrollo saludable y para prevenir secuelas que podrían afectar su calidad de vida futura. (Zavatti et al., 2020).

### **Fuentes comunes de exposición al plomo:**

Existen dos grupos de metales pesados. Al respecto, Rodríguez (2021), establece una diferencia entre:

[...] los esenciales o micronutrientes y aquellos que no tienen función biológica conocida. De los esenciales: cromo, molibdeno, manganeso, hierro, cobalto, cobre, zinc, boro y selenio se presentan sus funciones dentro de los organismos vivos y el papel que desempeñan en el metabolismo; este grupo de metales es fundamental para el mantenimiento de la vida por cuanto algunos forman parte de estructuras de biomoléculas, muchos son cofactores enzimáticos y otros activan ciertas funciones dentro de los organismos vivos, considerándose beneficiosos para la salud. En contraste, metales pesados como plomo, cadmio y mercurio, son tóxicos a cualquier concentración por cuanto no poseen función biológica y además se conocen los mecanismos por los cuales afectan a los organismos, siendo entonces, perjudiciales. (p.1).

Entonces, el plomo, es un metal pesado altamente tóxico, cuya exposición representa un riesgo significativo para la salud humana, especialmente en niños, mujeres embarazadas y trabajadores en ciertos sectores industriales. (Tirado & Rocha, 2020). Las fuentes de exposición al plomo son variadas y comunes en muchos entornos, tanto residenciales como laborales, lo que hace crucial identificar y mitigar su presencia para prevenir problemas de salud. (Leiva & López, 2021).

Una de las fuentes de exposición más comunes es la pintura a base de plomo, utilizada ampliamente en construcciones antiguas. Cuando esta pintura se deteriora, genera polvo y partículas que pueden ser inhaladas o ingeridas, especialmente por niños pequeños que juegan en áreas donde se ha desprendido. (Sánchez & Torres, 2023). Asimismo, el plomo puede encontrarse en el agua potable, debido a tuberías antiguas que contienen este metal, lo cual facilita su lixiviación (Vilca, 2023) y hace que el agua se convierta en una fuente constante de exposición en hogares y edificios viejos. (Bonilla, 2024).

Los productos de consumo, como juguetes, cosméticos y ciertos utensilios de cocina pueden también contener plomo, especialmente cuando no están sujetos a regulaciones estrictas de seguridad. (Soberanis, 2020; Avalos-Ramírez, 2023). Además, las actividades laborales en industrias de reciclaje de baterías, fabricación de cerámicas y minería suelen exponer a los trabajadores a altos niveles de plomo si no se toman las medidas de seguridad adecuadas. (Grajales, 2024).

La identificación de estas fuentes es crucial para la salud pública, pues el plomo afecta diversos sistemas del cuerpo humano, como el sistema nervioso, renal y reproductivo. En los niños, la exposición prolongada puede llevar a retrasos en el desarrollo cognitivo y problemas de aprendizaje

(Huanay, 2020), mientras que en adultos puede incrementar el riesgo de hipertensión y enfermedades cardiovasculares. La identificación temprana de fuentes de plomo permite implementar medidas preventivas como la remoción segura de pinturas con plomo, el tratamiento de tuberías, la regulación de productos y el uso de equipos de protección en el ámbito laboral. (Avalos-Ramírez, 2023).

En los últimos años se ha registrado como fuente de exposición a este metal, su uso en la fabricación de tuberías de plomo, pinturas, juguetes, maquillajes, cerámicas; materiales en talleres de soldadura, radiadores, en el reciclaje de baterías y chatarra. (Huanay, 2020). Un estudio presentado por Téllez-Rojo et al. (2022) concluyó que “la fuente de exposición ambiental en infantes más frecuentemente reportada fue vivir cerca de talleres mecánicos o de pintura” (p. 628).

### **Políticas y regulaciones actuales internacionales y nacionales:**

La OMS (2019), ha incluido el plomo dentro de una lista de diez productos químicos causantes de graves problemas de salud pública que exigen la intervención de los Estados Miembros para proteger la salud ocupacional, los niños y las mujeres en edad fértil.

Estados Unidos es uno de los países cuyo Centro para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC por sus siglas en Inglés) ejecutan un Programa de Prevención del Envenenamiento Infantil por Plomo cuyo objetivo es prevenir la exposición infantil al plomo antes de que ocurra algún daño. Esta organización apoya iniciativas de los departamentos de salud estatales y locales, a través de acuerdos cooperativos para respaldar las actividades de prevención del envenenamiento por plomo en los niños, incluido el fortalecimiento de: pruebas e informes de plomo en la sangre, vigilancia, vinculación de los niños con los servicios de seguimiento recomendados e intervenciones poblacionales específicas. (Vargas, 2022).

En Panamá existe en Gaceta Oficial la Ley 36 del 17 de mayo de 1996, “por la cual se establecen controles para evitar la contaminación ambiental ocasionada por combustibles y plomo. Dicha ley consta de 11 artículos cuyo objetivo además de verificar la contaminación producida en el agua, en el aire y en el suelo principalmente por motores de combustión interna; es medir y analizar el contenido de plomo en las pinturas, lacas, barnices, tintes y derivados, de libre venta en el país. Dicha ley entro en vigor a partir del 01 de enero de 1997.

También en Panamá, las políticas ambientales para regular el uso de plomo y prevenir su contaminación se alinean con normativas internacionales y buscan reducir los riesgos para la salud y el medio ambiente. Una de las principales regulaciones es la "Ley General de Ambiente" (Ley 41 de 1998), que establece el marco legal para el manejo de sustancias químicas y peligrosas, incluyendo el plomo, con el objetivo de minimizar su liberación en el medio ambiente y proteger la salud pública.



Según la Autoridad Nacional del Ambiente (ANAM), esta ley prohíbe el uso de plomo en productos que puedan representar un riesgo directo para la salud, como en pinturas y otros materiales de consumo frecuente, en particular aquellos destinados a niños (Autoridad Nacional del Ambiente, 2015).

Además, este país, es signatario del Convenio de Minamata sobre el Mercurio, que, aunque enfocado en mercurio (Cadavid-Muñoz & Arango-Ruiz, 2021), también alienta a los países a gestionar adecuadamente otros metales pesados tóxicos, como el plomo, promoviendo alternativas seguras y reduciendo su uso en procesos industriales. (Sánchez & Torres, 2023). La regulación de las fuentes de contaminación por plomo incluye límites a las emisiones en industrias mineras, refinerías y fábricas, donde se emplean filtros y tecnologías para capturar partículas de plomo antes de que se liberen al ambiente (Ministerio de Salud de Panamá, 2020).

Finalmente, Panamá impulsa programas de monitoreo y remediación, a través de campañas educativas, en áreas afectadas por la contaminación de plomo, como antiguas minas y plantas de fundición. (Ramírez, 2023).

### **Papel de la enfermería nefrológica en la prevención de la exposición al plomo y conservación de la salud renal infantil.**

Actualmente la enfermería nefrológica es una especialidad con un alto conocimiento y desarrollo de habilidades técnicas en el área de los cuidados renales. (Ortega-Moctezuma et al., 2023). La enfermera nefrológica desempeña un papel fundamental en la detección temprana del daño renal, en la aplicación de terapias dialíticas y en la implementación de programas de donación y trasplante renal. (Meza et al., 2023).

La enfermera nefrológica dentro de su papel docente y como pilar de la salud renal debe velar por el cumplimiento del tratamiento terapéutico, pero también, brindando educación, empleando para ello herramientas educativas adecuadas para generar un mayor impacto en los pacientes (Paucar, 2022) y así contribuir a la mejora de la educación sanitaria, actuando desde la prevención (Fernández, 2021), con el fin de buscar la modificación de los hábitos que conllevan riesgos de contaminación por plomo, especialmente, en niños. (Ojeda, 2023).

La enfermera nefrológica desempeña un papel crucial en la prevención de la exposición al plomo y en la conservación de la salud renal infantil, jugando un rol fundamental que abarca tanto la educación de los pacientes y sus familias como la implementación de medidas preventivas que contribuyen a minimizar los riesgos de exposición a metales pesados, especialmente el plomo, el cual es tóxico y afecta gravemente la salud renal en los niños. (Narváez, 2024).

En este texto se ha señalado en diferentes ocasiones que la exposición al plomo es particularmente dañina en la infancia, ya que puede causar daños renales irreversibles debido a la vulnerabilidad del sistema renal en desarrollo. La enfermera nefrológica, en este contexto, actúa como educadora al sensibilizar a los padres y tutores sobre las fuentes comunes de plomo en el entorno, como el agua contaminada, ciertas pinturas antiguas y juguetes que contienen este metal. (López, 2024). Mediante la utilización de estrategias educativas como charlas informativas y talleres, enseña prácticas seguras (Coffre, 2023), como la filtración del agua y la elección de materiales libres de plomo, promoviendo, así, hábitos de higiene que minimicen la ingestión de partículas tóxicas. (Ayala, 2023).

Además, en la prevención activa, la enfermera nefrológica colabora en la identificación temprana de niños expuestos al plomo mediante pruebas de detección de metales pesados y análisis de función renal. (Carlson & Pérez, 2021). Estos procedimientos ayudan a diagnosticar a tiempo cualquier signo de deterioro renal y permiten iniciar tratamientos preventivos para evitar daños progresivos. (Lagos et al., 2022). En el ámbito clínico, estas enfermeras también monitorizan los niveles de plomo y otros metales en pacientes en riesgo, participando en el diseño de planes de tratamiento individualizados (Acosta, 2021) que incluyen recomendaciones nutricionales y de estilo de vida para fortalecer el sistema renal y reducir la carga tóxica en el organismo infantil.

Finalmente, la enfermera nefrológica contribuye a la investigación y al desarrollo de políticas de salud pública orientadas a la reducción de la exposición al plomo, especialmente en comunidades vulnerables. (Virus, 2021). Su rol incluye brindar asesoramiento a las instituciones sanitarias sobre los protocolos de seguridad para el manejo de sustancias tóxicas y colaborar con otras áreas de la salud en campañas de sensibilización que aborden tanto la prevención como la detección temprana de problemas renales asociados a la exposición al plomo. (Pérez, 2021). Por lo tanto, su labor es fundamental para proteger la salud renal de los niños y contribuir a su desarrollo saludable en un entorno seguro y libre de contaminantes. (López, 2023).

## **CONCLUSIONES**

La exposición al plomo continúa siendo un desafío de salud pública significativo, especialmente para la salud renal de los niños. A pesar de las regulaciones y políticas vigentes, su uso en la industria y en productos de consumo sigue representando una amenaza. Así pues, se puede asegurar que los niños son particularmente vulnerables a los efectos tóxicos del plomo debido a su rápido y constante desarrollo. Aspecto muy preocupante, ya que, la exposición temprana puede llevar a consecuencias irreversibles en su salud, afectando tanto el sistema nervioso como el sistema renal, evidenciando como aún hoy en día, la exposición al plomo continúa siendo un riesgo para la salud renal de la población infantil del mundo y un problema latente de salud pública.

En consecuencia, es oportuno señalar la importancia que tiene enfermería nefrológica que desempeña un papel esencial en la educación y prevención de la exposición al plomo. Las enfermeras nefrológicas no solo brindan cuidado clínico, sino que también actúan como educadoras al sensibilizar a familias sobre las fuentes de plomo y prácticas seguras en el hogar.

También hay que señalar la necesidad de diseñar e implementar políticas y sistemas de monitoreo más rigurosos, con la finalidad de asegurar la protección de los niños contra la exposición al plomo. Esto, exige, no solo una mejora en las políticas públicas y en el monitoreo de fuentes de contaminación, sino también, el aseguramiento de que las intervenciones en salud pública estén enfocadas en la reducción de la exposición en comunidades vulnerables.

De lo anterior se desprende que el desarrollo de programas educativos dirigidos a la prevención y detección temprana de los efectos del plomo es clave para reducir su impacto, haciendo más palpable la importancia de la educación para la salud y que la labor de las enfermeras nefrológicas en la implementación de estas estrategias es fundamental para mitigar el riesgo de enfermedades renales en la infancia.

## REFERENCIAS

- Acosta Moncada V. H. (2021). *Proceso de atención de enfermería en paciente pediátrico de 7 años de edad con síndrome nefrótico*. [Tesis de Fin de Grado] Universidad Técnica de Babahoyo. Los Ríos, Ecuador <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/9190>
- Alende-Sixto, M. R., & Casariego-Vales, E. (2023). El saturnismo: un problema actual. *Revista Galicia*, (84), 4-6. <https://doi.org/10.22546/70/4201>
- Aranbarri, A., & Andrade, M. (2020). *Desde la prevención de neurotóxicos ambientales, a la promoción del desarrollo infantil*. (pp. 101-130). En: El ambiente y su impacto en la salud materno-infantil: ¿a qué nos enfrentamos? Cuadernos FAROS
- Autoridad Nacional del Ambiente. (2015). *Regulación de sustancias químicas peligrosas en Panamá*.
- Avalos-Ramírez, Y. J. (2023). Contaminación por plomo en suelo, agua, alimentos y sus efectos en los seres humanos. *Revista Investigaciones*, 10(2), 59-68. <https://doi.org/10.36955/RIULCB.2023v10n2.006>
- Avalos-Ramírez, Y. J. (2023). Evaluación de plomo en agua, suelo y su correlación con los niveles de plomo en sangre de los habitantes del centro poblado de Huacho–Ancash, Perú – 2021. *Revista de Investigaciones de la Universidad Le Cordon Bleu*, 10(2), 5-16. <https://doi.org/10.36955/RIULCB.2023v10n2.001>
- Ayala Ferruzo, J. M. (2023). *Centro infantil de atención toxicológica en metales pesados, región de Pasco-2028*. [Tesis de Fin de Grado] Universidad de Huánuco. Huánuco, Perú. <https://repositorio.udh.edu.pe/handle/20.500.14257/4290>
- Barajas, H.I., Hernández, P., Padilla, A. J., Sandoval, J. A. E., & Mora, C.A. (2022). Intoxicación por plomo y su impacto en la práctica clínica: artículo de revisión. *Revista Ciencia Latina*, 6 (1) 1-14. [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v6i1.1792](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i1.1792)

- Becerra, B., Colorado, M., Molina, J., Rivera, A., Mesa, M., Velásquez, C., & Muñoz, C. (2016). Coexistencia de neuropatía periférica secundaria a intoxicación crónica por plomo y polimiositis: reporte de caso. *Revista Colombiana de Reumatología*, 23(3) 213-217. <https://doi.org/10.1016/j.rcreu.2016.04.002>
- Bonilla Cáceres, S. (2024). Efectos de la salud en infantes por contaminación atmosférica: Una revisión. *Revista Higía de la Salud*, 10(1), 6-30. <https://doi.org/10.37117/higia.v10i1.971>
- Cabrera, W.E., Behets G., Lambert, L., & D'Haese, P. (2016). Plomo y nefropatía: Biomarcadores urinarios en la detección de daño renal precoz. *Revista Médica Chile*, 144 (6) 704-709. <https://doi.org/10.4067/S0034-98872016000600003>
- Cadavid Muñoz, N., & Arango Ruiz, Á. (2021). El mercurio como contaminante y factor de riesgo para la salud humana. *Revista Unilasallista*, 17(2), 280-296. <https://doi.org/10.22507/rli.v17n2a21>
- Carlson Morales, C., & Pérez González, R. M. (2021). Calidad de atención de enfermería en la unidad de hemodiálisis en el área de pediatría. *Boletín XIKUA*, 9(17), 26-29. <https://doi.org/10.29057/xikua.v9i17.5972>
- Carranza. C.J., Ruiz, A.K., González, C., y Cruz S.L. (2020). Tipos de muerte celular y sus implicaciones clínicas. *El Residente*. 15(3) 97-112. <https://dx.doi.org/10.35366/95960>
- Coffre Miranda, M. A. (2023). Promoción de la salud y prevención de factores de riesgo de la ERC en estudiantes de sexto grado. Chiriquí, 2018. *Revista Las Enfermeras de Hoy*, 3(1), 29-45. <https://revistas.anep.org.pa/index.php/edh/article/view/72>
- Chávez-Gómez, N.L., Cabello-López, A., Gopar-Nieto, R., Aguilar-Madrid, G., Marín-López, K.S., Aceves-Valdez, M., Jiménez-Ramírez, C., Cruz, M., & Juárez, C.A. (2017). Enfermedad renal crónica en México y su relación con los metales pesados. *Revista Médica del Instituto Mexicano del Seguro Social*, 55(6) 724-737 <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=457753402014>
- Fernández Cabello, I. (2021). *Proyecto PiERC*. [Tesis de Fin de Grado] Universidad de La Laguna. Santa Cruz de Tenerife, España. <http://riull.ull.es/xmlui/handle/915/24657>
- Disalvo, L. (2022). *Relación entre el estado nutricional de hierro y los niveles de plomo en sangre en niños*. [Tesis de Maestría] Universidad Nacional de La Plata. La Plata, Argentina. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/138965>
- Grajales Bobadilla, E. A. (2024). *Qué ocasiona la contaminación del agua; una amenaza silenciosa para la vida*. [Tesis de Maestría] Fundación Universitaria Los Libertadores. Bogotá, Colombia. [https://www.researchgate.net/profile/Edwin-Grajales/publication/381157218\\_Que\\_ocasiona\\_la\\_contaminacion\\_del\\_agua\\_una\\_amenaza\\_silenciosa\\_para\\_la\\_vida/links/665fa32c2f32b240a56694fb/Que-ocasiona-la-contaminacion-del-agua-una-amenaza-silenciosa-para-la-vida.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Edwin-Grajales/publication/381157218_Que_ocasiona_la_contaminacion_del_agua_una_amenaza_silenciosa_para_la_vida/links/665fa32c2f32b240a56694fb/Que-ocasiona-la-contaminacion-del-agua-una-amenaza-silenciosa-para-la-vida.pdf)
- Girón Espinoza, S. B., & Salazar Urbina, M. G. (2023). *Contaminación por plomo en agua de consumo humano*. [Tesis de Fin de Grado]. Universidad de El Salvador. San Salvador, El Salvador. <https://ri.ues.edu.sv/>
- Huanay Páez, F. I. (2020). *Cuantificación de plomo en suelos de una comunidad en el distrito de Ate-Lima*. [Tesis de Fin de Grado] Universidad Nacional Agraria La Molina. <https://hdl.handle.net/20.500.12996/4364>
- Ingaruca Ramos, G. K., & Puchoc Valentín, M. D. (2023). *plomo en la leche materna según tiempo de residencia y circunscripción demográfica de las púerperas, Pasco. Enero del 2018*. [Tesis

de Fin de Grado] Universidad UNDAC. Cerro de Pasco, Perú.  
<http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/3267>

- Lagos Antonietti, K., Rivas Riveros, E., & Sepúlveda Rivas, C. (2022). Representaciones y perspectivas de los cuidadores principales de niños con enfermedad renal crónica. *Revista Enfermería: Cuidados Humanizados*, 11(1), 1-13. <https://doi.org/10.22235/ech.v11i1.2615>
- Lazón Mansilla, D. F., Lagos Castillo, M. A., Prado Maggia, C. T., Llerena Paredes, V., & Mayhua Gutiérrez, B. S. (2024). Plomo en sangre y su relación con la hemoglobina y Hematocrito en niños expuestos a la contaminación minera, Apurímac 2023. *World Health Journal*, 5(1), 7-15. <https://revistamedical.com/index.php/wh>
- Leiva Tafur, D., & López Lapa, R. M. (2022). Metales pesados en la producción ganadera lechera y riesgos a la salud humana. *Revista Ciencia Latina*, 6(1), 3629-3645. [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v6i1.1758](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i1.1758)
- López Lara, A. J. (2024). *Proceso de atención de enfermería escolar con insuficiencia renal aguda*. [Tesis de Fin de Grado] Universidad Técnica de Babahoyo. Los Ríos, Ecuador. <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/17471>
- López Minchan, A. P. (2023). *Habilitar cuerpos y territorios enfermos: Políticas sociotécnicas frente a la problemática de salud ambiental en Espinar*. [Tesis de Maestría] Universidad Católica del Perú. Lima, Perú. <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/26108>
- Mamani Morales, A. C., & Vigil Posadas, P. B. (2022). *Asociación entre el nivel de plomo sérico mayor o igual que 5 pg/dl y la desnutrición crónica en niños de 1 a 13 años en distrito del Callo en los años de 2012 y 2018*. [Tesis de Fin de Grado] Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Lima, Perú. <http://hdl.handle.net/10757/662281>
- Martínez de la Torre, M., Reyes Estrada, C., Ruíz de Chávez Ramírez, D., & Flores Lozano, J. (2020). Efectos a la salud ante exposición de metales pesados en niños. *IBN SINA*, 11(2), 1-11. <https://doi.org/10.48777/ibnsina.v11i2.850>
- Martínez Hernanz, Á. (2022). *Plomo en sangre y su relación con los factores sociodemográficos y elementos traza esenciales en una población infantil*. [Tesis Doctoral] Universidad Complutense de Madrid. Madrid, España. <https://hdl.handle.net/20.500.14352/3627>
- Martínez Martínez, L. B. (2024). *Riesgos para la salud humana por arsénico y metales pesados en suelos/sedimentos costeros potencialmente contaminados*. [Tesis Doctoral] Universidad de Murcia. Murcia, España. <https://digitum.um.es/digitum/handle/10201/144661>
- Meza Navarrete, J., Montiel Tomala, M., & Peralta Alvear, B. H. (2023). Enfermedad renal crónica de causas no tradicionales. *revista Polo del Conocimiento*, 8(12), 1426-1436. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9257806>
- Minaya Sánchez, S. A. (202). *Factores de riesgo de exposición a plomo asociados a los niveles de plomo en sangre en niños menores de 5 años*. Centro de Salud San Juan Bosco, Callao-2023. Universidad Nacional del Callao. Callao, Perú. <https://hdl.handle.net/20.500.12952/8605>
- Ministerio de Salud de Panamá. (2020). *Informe anual sobre control de emisiones industriales*.
- Narváez Arteaga, D. D. (2022). *Intoxicaciones por exposición a productos químicos agrícolas en la Parroquia de San Isidro-Espejo*. [Tesis de Fin de Grado] Universidad Regional de Los Andes. Tulcán, Ecuador. <https://dspace.uniandes.edu.ec/handle/123456789/18167>
- Ojeda-Ramírez, M. D. (2023). Evaluación de un programa de educación sanitaria sobre salud renal en la escuela a través de la literatura infantil. *Revista de la Sociedad Española de Enfermería Nefrológica*, 26(S1), 32-

42. <https://apps/doc/A776923703/IFME?u=anon~9ce9e7de&sid=googleScholar&xid=85d0b0e3>

- Olmos-Palma, D. A., & Octavio-Aguilar, P. (2022). Efectos sobre la salud por agua contaminada con metales pesados. *Revista Herreriana*, 4(1), 43-47. <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/herreriana/issue/archive>
- Olortegui Cristóbal, D. S. (2022). *Evaluación de riesgos a la salud por exposición a suelo agrícola con metales pesados (arsénico, cadmio y plomo) en Carapongo, Lurigancho-Chosica*. [Tesis de Maestría] Universidad Ricardo Pala. Lima, Perú. <https://hdl.handle.net/20.500.14138/5597>
- Organización Panamericana de la Salud / Organización Mundial de la Salud. (2019). *Enfermedad crónica del riñón*. <https://www.paho.org/es/temas/enfermedad-cronica-rinon>
- Organización Panamericana de la Salud / Organización Mundial de la Salud. (2022). *Plomo*. <https://www.paho.org/es/temas/plomo>
- Organización Panamericana de la Salud. (2019). *Comprobado: El Plomo es Tóxico*. República Dominicana. Facebook. <https://www.facebook.com/opsdominicana>
- Orozco Martínez, J. D. (2023). *Caracterización de pintura con plomo en parques infantiles distritales en Bogotá, Colombia*. [Tesis de Fin de Grado] Universidad de los Andes. Bogotá, Colombia. <https://repositorio.uniandes.edu.co/entities/publication/9c84e79c-aeb0-48b8-a080-086d2927f1b8>
- Ortega-Moctezuma, O., Zárate-Pérez, J., Alba-Alba, C. M., Jiménez-Hernández, M., & Ramírez-Girón, N. (2023). Enfermedad renal crónica asociada a la exposición a metales pesados y productos agroquímicos en Latinoamérica. *Revista Enfermería Nefrológica*, 26(2), 120-131. <https://dx.doi.org/10.37551/s2254-28842023012>
- Paucar Freire, X. A. (2022). *Efectividad de herramientas educativas en pacientes con enfermedad renal crónica*. [Tesis de Fin de Grado] Universidad Estatal de Milagro. Milagro, Ecuador. <http://repositorio.unemi.edu.ec/handle/123456789/6760>
- Perales Valdivia, N. I. (2020). *Niveles de plomo en el suelo de áreas de recreación infantil afectados por el parque automotor y riesgos en la salud de los niños de la ciudad de Cajamarca-2019*. [Tesis de Maestría]. Universidad Nacional de Cajamarca. Cajamarca, Perú. <http://hdl.handle.net/20.500.14074/4040>
- Pérez Maraví, A. I. (2021). *Identificación del riesgo toxicológico de plomo en agua consumida por los pobladores del centro poblado rural Guayabo, distrito de Pachacamac. Octubre-noviembre, 2019*. [Tesis de Fin de Grado] Universidad Norbert Wiener, Lima, Perú. <https://hdl.handle.net/20.500.13053/5097>
- Ramírez Corro, F. O. (2023). *Diseño en un proceso de reingeniería de estrategias para reducir las chatarras electrónicas del medio ambiente en Panamá, 2022*. [Tesis de Maestría] Universidad de Panamá. Ciudad de Panamá, Panamá. [https://up-rid.up.ac.pa/8338/1/fernando\\_ramirez.pdf](https://up-rid.up.ac.pa/8338/1/fernando_ramirez.pdf)
- Robles, M.L., & Sabath, E. (2014). Breve historia de la intoxicación por plomo: De la cultura egipcia al Renacimiento. *Revista de Investigación Clínica*, 66(1), 88-91. <https://www.medigraphic.com/pdfs/revinvcli/nn-2014/nn141j.pdf>
- Robles Urgilez, M. D. (2024). Seguridad alimentaria: Riesgo asociados Metales Pesados sobre la salud humana. *Journal of American Health*, 7(2), 1-19. <https://www.jah-journal.com/index.php/jah/article/view/204>
- Rodríguez Heredia, D. (2021). Metales pesados y salud. *Correo Científico Médico*, 25(4), 1-20. <https://revcocmed.sld.cu/index.php/cocmed/article/view/3702>

- Salas, C., Garduño, M.A., Mendiola, P., Vences, J.H., Zetina, V.C., Martínez, O.C., & Ramos, M.L.D. (2019). Fuentes de contaminación por plomo en alimentos, efectos en la salud y estrategias de prevención. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 20 (1), 1-16. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81359562002>
- Salcedo Gómez, S. J. (2022). *Niveles de contaminación en sangre y su influencia en el rendimiento escolar, en niños menores de 12 años*. C.S. Colquijirca. 2019. [Tesis de Fin de Grado]. Universidad UNDAC. Cerro de Pasco, Perú. <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/2644>
- Sánchez Quispe, B. S., & Torres Colquehuanca, J. F. (2023). *Riesgos a la salud de los trabajadores por exposición a plomo durante trabajos de pintado, Arequipa, 2022*. [Tesis de Fin de Grado] Universidad Tecnológica del Perú. Arequipa, Perú. <https://hdl.handle.net/20.500.12867/8054>
- Saravia Meraz, J. L. (2022). *Influencia de la contaminación por plomo en el aprendizaje de niños de primaria en la institución educativa María Reiche-Callao*. [Tesis de Maestría] Universidad César Vallejo. Lima, Perú. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/115088>
- Soberanis Mijangos, C. L. (2020). *Implementación de protocolo de asesoría y prevención para la aplicación y utilización de procedimientos y productos estéticos capilares y maquillajes no dañinos para adolescentes de 10 a 15 años. En clínicas de belleza y Spa D'Class en residenciales fuentes del Valle I zona 7 San Miguel Petapa, ciudad de Guatemala, durante julio a diciembre del año de 2020*. [Tesis de Fin de Grado] Universidad Galileo de Guatemala. Ciudad de Guatemala, Guatemala. <http://biblioteca.galileo.edu/tesario/handle/123456789/1494>
- Stafi Filho, S., Comby, I., da Rocha Oliveira, A., dos Santos, D. A., Jabs Schütz, K., Azevedo da Silva Queiroz, M., & Moraes Marques, S. (2024). Impacto de la exposición a metales pesados en la progresión del cáncer renal. *Revista ARACE*, 6(2), 3751-3766. <https://periodicos.newsciencepubl.com/arace/article/view/1031/1548>
- Téllez-Rojo, M. M., Bautista-Arredondo, L. F., Trejo-Valdivia, B., Tamayo-Ortiz, M., Estrada-Sánchez, D., Kraiem R., Pantic, I., Mercado-García, A., Romero-Martínez, M., Shamah-Levy, T., Fuller, R., & Cantoral, A. Rosa-Parra, A. (2020). Análisis de la distribución nacional de intoxicación por plomo en niños de 1 a 4 años. Implicaciones para la política pública de México. *Revista Salud Pública de México*, 62(6), 627-636. <https://doi.org/10.21149/11550>
- Téllez-Rojo, M. M., Bautista-Arredondo, L. F., Rosa-Parra, A., & Martínez Silva, G. (2023). Concentración de metales en sangre de cordón umbilical debido a exposición prenatal en una cohorte de la ciudad de México. *Gaceta Médica de México*, 159(2), 132-137. <https://doi.org/10.24875/gmm.22000329>
- Tirado Pajares, S. W., & Rocha Choroco, S. E. (2020). *Estudio de las concentraciones de plomo en sangre producto de las actividades antropogénicas*. [Tesis de Fin de Grado] Universidad Privada del Norte. Cajamarca, Perú. <https://hdl.handle.net/11537/23924>
- Vargas Mendoza, L. A. (2022). *Formulación de estrategias para la mitigación de los efectos de la contaminación e intoxicación con plomo en los alimentos en Colombia*. [Tesis de Fin de Grado]. Universidad Central del Valle del Cauca. Tuluá, Colombia. <https://repositorio.uceva.edu.co/bitstream/handle/20.500.12993/2635/T00033018.pdf?sequence=1>
- Vervaet, B. A., D'Haese, P. C., & Verhulst, A. (2017). Lesión renal aguda inducida por toxinas ambientales. *Diario clínico del riñón*, 10(6), 747-758. <https://doi.org/10.1093/ckj/sfx062>

- Vilca Yarma, C. del R. (2023). *Utensilios de cerámica como fuente de exposición crónica a plomo residual*. [Tesis de Fin de Grado]. Universidad Nacional San Luis Gonzaga. Ica, Perú. <https://hdl.handle.net/20.500.13028/4165>
- Viru Rodríguez, L. J. (2021). *Niveles de plomo y desnutrición crónica en niños del Centro de Salud San Bosco y Puerto Nuevo 2028*. [Tesis de Maestría] Universidad Nacional Herminio Valdizán. Huánuco, Perú. <https://hdl.handle.net/20.500.13080/7132>
- Wani, A., Ara, A. & Usma, A., (2015). Toxicidad del Plomo: una revisión. *Revista interdisciplinaria de Toxicología*, 8(2), 55–64 <https://doi.org/10.1515/intox-2015-0009>
- Zavatti, J. R., García, S. I., Antolini, L., Carmona, P. D., Osuna, N., Malinovsky, V. A., & Finkelstein, J. (202). Aplicación de la simulación Montecarlo a la estimación de riesgo para la salud por exposición infantil a plomo en suelos contaminados de la Cuenca Matanza Riachuelo (Argentina). *Revista Salud Ambiental*, 20(2),192-197. <https://www.ojs.diffundit.com/index.php/rsa/article/view/1069>