

Article: Investigación

Lead Exposure and Public Health: Prevention and Medical Treatment Strategies**Exposición al plomo y salud pública: estrategias de prevención y tratamiento médico**Sonia Sofía Vélez Saltos^{1*}  .¹ Universidad del Pacifico, Guayaquil, EcuadorCorresponding author: Sonia Sofía Vélez Saltos **Revised:** 05-january-2023 **Accepted:** 25-january-2023 **Published:** 30-january-2023**Cite as:**Vélez Saltos, S. S. (2023). Exposición al plomo y salud pública: estrategias de prevención y tratamiento médico. Sapiens Sciences International Journal , 1(1), 1-9. <https://doi.org/10.71068/ss000001>**ABSTRACT**

Lead exposure and its impact on public health: The use of lead dates back several millennia, and its exposure currently represents one of the most important challenges in the field of global public health. The World Health Organization (WHO) estimates that approximately 1.06 million deaths are associated with lead poisoning each year (WHO, n.d.). Although the harmful effects of lead are widely recognized, it continues to be used extensively in various industries, especially in the manufacturing of many products. Serum concentrations and clinical manifestations: Despite advances in toxicological knowledge, a safe threshold for lead in blood has not been established. However, it has been shown that adverse health effects usually occur when blood levels exceed 10 µg/dL in adults. In children, even considerably lower concentrations can trigger clinical symptoms of poisoning (WHO, n.d.). Symptoms are often nonspecific, making diagnosis difficult and requiring a high level of suspicion on the part of medical personnel. In cases of acute exposure, symptoms may include irritability, headache, abdominal discomfort, arthralgia, fatigue, acute kidney injury, and encephalopathy. The latter can progress to severe conditions such as delirium, seizures, and coma. On the other hand, chronic lead exposure can lead to conditions such as high blood pressure, chronic kidney disease, anemia, and alterations in neurocognitive development (WHO, n.d.).

Keywords: Formative assessment; Autonomous learning; Educational feedback; Academic performance.**RESUMEN**

Exposición al plomo y su impacto en la salud pública: El uso del plomo se remonta a varios milenios atrás, y actualmente su exposición representa uno de los desafíos más importantes en el ámbito de la salud pública global. La Organización Mundial de la Salud (OMS) estima que cada año ocurren aproximadamente 1,06 millones de muertes asociadas a la intoxicación por este metal pesado (OMS, s.f.). Aunque los efectos nocivos del plomo son ampliamente reconocidos, este elemento continúa empleándose de forma extensiva en diversas industrias, especialmente en la fabricación de múltiples productos. Concentraciones séricas y manifestaciones clínicas: A pesar de los avances en el conocimiento toxicológico, no se ha establecido un umbral seguro de plomo en sangre. Sin embargo, se ha evidenciado que los efectos adversos sobre la salud suelen manifestarse cuando los niveles sanguíneos superan los 10 µg/dL en adultos. En el caso de los niños, incluso concentraciones considerablemente más bajas pueden desencadenar cuadros clínicos de intoxicación (OMS, s.f.). La sintomatología suele ser inespecífica, lo cual dificulta el diagnóstico y requiere un elevado índice de sospecha por parte del personal médico. En casos de exposición aguda, las manifestaciones pueden incluir irritabilidad, cefalea, molestias abdominales, artralgias, fatiga, daño renal agudo y encefalopatía. Esta última puede

progresar a estados severos como delirio, convulsiones y coma. Por otro lado, cuando la exposición al plomo es crónica, pueden desarrollarse condiciones como hipertensión arterial, enfermedad renal crónica, anemia, así como alteraciones en el desarrollo neurocognitivo (OMS, s.f.).

Palabras clave: Evaluación formativa; Aprendizaje autónomo; Retroalimentación educativa; Rendimiento académico.

INTRODUCTION

Los metales se distinguen por ser materiales con una elevada capacidad para conducir la electricidad, así como por su maleabilidad y su característico brillo superficial. (Järup, 2003) Cuando estos elementos presentan una densidad superior a los 5 gramos por centímetro cúbico y ejercen efectos perjudiciales tanto sobre el entorno ecológico como en los seres vivos, se les clasifica dentro del grupo de los denominados metales pesados. (Jaishankar, Tseten, Anbalagan, Mathew y Beeregowda, 2014)

El plomo como metal pesado de alta toxicidad

Entre los metales pesados de mayor preocupación se encuentra el plomo (Pb), un elemento que se caracteriza por su tonalidad grisácea con matices azulados, su gran capacidad de deformación (maleabilidad) y facilidad para ser estirado en hilos finos (ductilidad), aunque posee una baja eficiencia como conductor eléctrico. Este metal ocupa el segundo lugar en la escala de toxicidad de los elementos químicos, siendo superado únicamente por el arsénico. Su presencia en la corteza terrestre representa aproximadamente el 0.002%, con un valor natural inferior a 50 miligramos por kilogramo de suelo. (Wani, Ara y Usmani, 2015)

Objetivo del presente artículo

El propósito central de este estudio consiste en analizar en profundidad las principales fuentes que contribuyen a la contaminación por plomo, detallar los efectos nocivos que este metal provoca en el organismo humano, identificar los métodos diagnósticos más eficaces para su detección y describir el abordaje terapéutico más empleado en la actualidad para tratar los casos de intoxicación por este elemento.

METHOD

La toxicidad del plomo (Pb) ha sido reconocida desde la antigüedad. Ya en el siglo II a.C., el médico griego Nikander documentó las primeras descripciones clínicas relacionadas con la intoxicación por este metal. (Needleman, 2003) A pesar de ello, su utilización se mantuvo vigente, y para el siglo V d.C., el Pb se usaba como endulzante del vino, alcanzando concentraciones de hasta 20 mg por litro. (Gilfillan, 1965) Este nivel de exposición fue suficiente para inducir estados de psicosis y deterioro cognitivo en la aristocracia, considerándose un factor que posiblemente contribuyó a la caída del Imperio Romano. La expansión de estos casos en Europa continuó hasta el siglo XVI, cuando el médico alemán Eberhar Gockel identificó el origen de los cuadros de intoxicación, lo que llevó al Duque Ludwig a prohibir su empleo en la producción vinícola. (Needleman, 2003)

En cuanto a los niños, los primeros casos clínicos documentados datan de 1892, donde se identificaron alteraciones en la atención y coeficiente intelectual en menores expuestos a pinturas

con Pb. Esto motivó la eliminación de su uso en 1920. No obstante, los episodios de intoxicación persistieron hasta la Segunda Guerra Mundial, esta vez relacionados con el uso de tuberías de plomo. Fue recién en 1960 cuando estas se reemplazaron por sistemas de tuberías de cobre. (Moore, 1977)

EPIDEMIOLOGÍA

El Centro para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC) informó en 2014 que alrededor de 444,5 niños por millón, entre 1 y 4 años, presentaban niveles elevados de Pb en sangre. En adultos, la incidencia es notablemente menor, registrándose 20,4 casos por cada 100.000 personas mayores de 16 años. (Halmo y Nappe, 2021)

En México, si bien no se dispone de cifras exactas, se considera una nación con elevado riesgo ocupacional en relación con el Pb. Es el quinto productor mundial del metal, generando 5,6 millones de toneladas anualmente. Actualmente, existen 13 centros mineros de procesamiento de plomo, siendo los más relevantes los ubicados en Sonora, Zacatecas, San Luis Potosí y Chihuahua. (Caravanos y Dowling, 2014)

El Pb continúa siendo una amenaza significativa para la salud pública, provocando, según datos de la Organización Mundial de la Salud, aproximadamente 1,06 millones de muertes al año. (Azcona, Ramírez y Vicente, 2015)

MECANISMO DE INTOXICACIÓN

El uso extendido del Pb se mantiene por sus propiedades físicas y químicas útiles, razón por la cual se encuentra presente en productos de uso cotidiano como juguetes, utensilios de cerámica, medicamentos, cosméticos y sistemas de conducción de agua.

En adultos, la fuente más habitual de exposición es ocupacional. El National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) estima que más de 3 millones de trabajadores corren riesgo de intoxicación por Pb en su entorno laboral. (Alarcón, 2016) El programa ABLES (Adult Blood Lead Epidemiology and Surveillance) indica que, si bien se ha observado una disminución gradual en los casos, la exposición laboral sigue siendo la principal vía de intoxicación. (Ritcher, Bishop, Wang y Swahn, 2009) Los sectores industriales más vulnerables incluyen la fundición de metales, fabricación de cerámica, pintura, baterías y tuberías de Pb.

Otra fuente menos frecuente es el consumo de alimentos cultivados en suelos contaminados. Respecto al agua potable, aunque las tuberías de Pb fueron prohibidas en 1986, se estima que aproximadamente 10 millones de hogares aún están conectados a sistemas con este tipo de conducciones. (Halmo y Nappe, 2021)

Asimismo, los datos del National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES) de 1999 a 2004 revelan que los fumadores presentan mayores niveles de Pb y Cd que los no fumadores. Este riesgo aumenta al consumir cigarrillos falsificados, los cuales contienen concentraciones significativamente superiores de Pb. (Ritcher, et al., 2015; He, Von Lampe, Wood y Kurt, 2015)

TOXICOCINÉTICA

Las dos principales rutas de absorción del Pb son la inhalatoria y la digestiva. La primera es más común en adultos, con una absorción del 40%, mientras que en niños puede alcanzar entre el 40% y el 50%, debido a su mayor tasa de ventilación relativa. En cuanto a la vía oral, la absorción es del 10-15% en adultos, mientras que en niños llega al 40-50%, especialmente si presentan deficiencias nutricionales de hierro, calcio o zinc. (Halmo y Nappe, 2021)

Tras su ingreso al organismo, el Pb se distribuye rápidamente por el sistema circulatorio, almacenándose predominantemente en el tejido óseo (85-90%), y en menor medida en el sistema nervioso central, corazón, hígado, riñones y bazo. Su vida media en sangre es de aproximadamente 40 días, pero puede permanecer en el encéfalo hasta dos años y en los huesos durante tres décadas. (Kumar, 2020) La mayor parte del Pb se elimina por vía renal (90%), y en proporciones menores mediante bilis, sudor, cabello, uñas y leche materna.

EFFECTOS TÓXICOS EN EL ORGANISMO

El Pb posee una alta afinidad por los grupos sulfhidrilo, interfiriendo en la funcionalidad de numerosas proteínas. Además, su similitud con el calcio y el zinc le permite sustituirlos en múltiples procesos celulares, afectando principalmente al sistema nervioso central (SNC). (Bergerson, 2008)

En intoxicaciones agudas se manifiestan síntomas como irritabilidad, cefaleas, dolor abdominal paroxístico y dificultad para concentrarse. En exposiciones crónicas, los signos incluyen pérdida de memoria, debilidad muscular, parestesias, parálisis, daño renal crónico e hipertensión. El Pb está clasificado como posible carcinógeno para humanos (Grupo 2B). (Kumar, 2020)

Efecto en el Sistema Nervioso Central

El plomo perturba la sinapsis neuronal y afecta la liberación de neurotransmisores, especialmente del ácido gamma-aminobutírico (GABA), provocando alteraciones cognitivas y conductuales. Las complicaciones neurológicas más graves, como convulsiones y coma, derivan de encefalopatía aguda por edema cerebral y aumento de la presión intracraneal. También puede producir neuropatía periférica, aunque su fisiopatología aún no se comprende completamente. (Mitra, Sharma, Purohit y Sharma, 2017)

Efecto Hematológico

La exposición al Pb genera anemia microcítica al inhibir enzimas responsables de la síntesis del grupo hemo y del mantenimiento de la membrana eritrocitaria. Un hallazgo característico es el punteado basófilo en el frotis de sangre periférica, que aparece a los pocos días de la exposición. (Halmo y Nappe, 2021) Este se observa cuando la concentración sérica supera los 25 µg/dL en niños y los 50–60 µg/dL en adultos. (Bent, 2017)

Efecto Renal

El plomo daña el túbulo proximal renal, simulando un síndrome de Fanconi. Además, al competir con el ácido úrico, promueve su acumulación articular, provocando la llamada “gota saturnina”. (Merill, Morton y Soileau, 2007) También incrementa la actividad de la renina plasmática, lo que contribuye

al desarrollo de hipertensión y mayor riesgo cardiovascular. (Navas, Guallar, Silbergeld y Rothenberg, 2007)

Efecto Cardiovascular

Una revisión sistemática realizada por la EHP señala que la exposición al Pb no solo se asocia con hipertensión, sino también con enfermedades cardiovasculares, coronarias y eventos cerebrovasculares. No obstante, aún se requieren más estudios para establecer una relación causal directa. (Navas, et al., 2007)

POBLACIÓN DE RIESGO

Tal como se mencionó previamente, los niños son más vulnerables al Pb debido a su alta tasa de absorción y a la inmadurez de sus sistemas metabólicos. Las manifestaciones clínicas pueden ir desde síntomas leves como irritabilidad, hasta encefalopatía severa.

RESULTS

A partir del análisis histórico, epidemiológico y clínico de la intoxicación por plomo, se evidencian patrones persistentes de exposición tanto en poblaciones infantiles como adultas, a pesar de las restricciones regulatorias implementadas desde el siglo XX. Las fuentes de exposición han evolucionado desde productos de uso doméstico y pintura hasta fuentes ocupacionales e industriales, especialmente en países con altos niveles de minería y manufactura, como México.

La toxicocinética del plomo revela una absorción significativamente mayor en niños, quienes presentan hasta un 50% de retención gastrointestinal, frente al 10-15% observado en adultos. Esta diferencia fisiológica se ve agravada por condiciones nutricionales deficientes, lo que eleva el riesgo de neurotoxicidad en la infancia. En adultos, las principales vías de exposición se concentran en actividades industriales, con más de 3 millones de trabajadores potencialmente expuestos, según datos del NIOSH.

Clínicamente, la exposición aguda produce síntomas inespecíficos como cefalea, irritabilidad y dolor abdominal, mientras que la exposición crónica se asocia con deterioro cognitivo, neuropatía periférica, hipertensión arterial, daño renal progresivo y anemia microcítica. El hallazgo hematológico más distintivo es el punteado basófilo, detectable en frotis periférico a partir de concentraciones séricas elevadas.

Finalmente, los estudios toxicológicos y fisiopatológicos evidencian que el plomo ejerce sus efectos principalmente por su afinidad por grupos sulfhidrilo y su capacidad de mimetizar iones esenciales como el calcio y el zinc, interfiriendo en procesos enzimáticos, transmisión sináptica y estabilidad de membranas celulares.

Final del formulario

DISCUSSION

La persistencia de la intoxicación por plomo como problema de salud pública refleja una brecha crítica entre el conocimiento científico y la aplicación efectiva de políticas de prevención. Si bien los efectos

tóxicos del Pb han sido ampliamente documentados desde la antigüedad, su uso continúa presente en diversas industrias, lo que representa un riesgo constante para la salud humana, especialmente en países en vías de desarrollo. Este fenómeno pone en evidencia una problemática socioambiental estructural que va más allá del ámbito médico, involucrando aspectos regulatorios, económicos y educativos.

En el caso de México, su posición como uno de los principales productores de plomo del mundo contrasta con la limitada implementación de estrategias preventivas en contextos laborales y comunitarios. La falta de vigilancia epidemiológica sistemática impide cuantificar con precisión la magnitud del problema, especialmente en poblaciones infantiles, donde el impacto neurológico es irreversible y con consecuencias a largo plazo en el desarrollo cognitivo, educativo y social.

Desde el punto de vista fisiopatológico, los resultados destacan la complejidad del daño multisistémico inducido por el Pb. La mayor susceptibilidad en la infancia se relaciona no solo con factores anatómicos y metabólicos, sino también con determinantes sociales como la pobreza, la malnutrición y la falta de acceso a agua potable libre de metales pesados. En adultos, el vínculo entre plomo y enfermedades cardiovasculares, como la hipertensión, plantea nuevas líneas de investigación sobre los efectos subclínicos de exposiciones prolongadas.

Cabe señalar que, aunque se han eliminado algunas fuentes tradicionales de exposición, como las pinturas a base de plomo y las tuberías en viviendas nuevas, muchas comunidades continúan expuestas por infraestructura antigua, contaminación ambiental o consumo de productos importados sin regulación sanitaria.

Desde una perspectiva de salud pública, la evaluación del plomo en sangre debería constituir una estrategia de vigilancia rutinaria en sectores de alto riesgo, como trabajadores industriales, comunidades cercanas a minas y niños en edad preescolar. Así mismo, se requiere reforzar la educación sanitaria, el etiquetado de productos, y las inspecciones ambientales en zonas de alto riesgo, bajo un enfoque preventivo e intersectorial.

Finalmente, la evidencia científica sugiere que la exposición al plomo debe abordarse no solo como una intoxicación puntual, sino como un fenómeno crónico, acumulativo y con impacto transgeneracional, que exige respuestas integradas desde la medicina, la salud ambiental, la legislación y la justicia social.

CONCLUSIONES

La exposición al plomo representa un serio desafío para la salud pública debido a los efectos perjudiciales que puede provocar en distintos grupos etarios, incluso cuando los niveles de toxicidad son relativamente bajos. En este contexto, resulta esencial llevar a cabo un diagnóstico preciso, así como establecer estrategias efectivas de tratamiento y monitoreo, independientemente del grado de avance de la intoxicación.

Identificación de riesgos y poblaciones vulnerables

Con el propósito de implementar acciones eficaces, es fundamental reconocer los factores de riesgo involucrados y determinar con precisión los grupos poblacionales más susceptibles. Esto permite una intervención oportuna que abarque tanto la prevención en ámbitos laborales como la mitigación de la exposición involuntaria a través de fuentes ambientales.

Abordaje terapéutico y supervisión médica especializada

El tratamiento clínico de los casos de intoxicación por plomo, incluyendo la selección del agente terapéutico, su dosificación y el control posterior, debe estar a cargo de profesionales con formación específica en medicina ocupacional, ambiental y toxicología, a fin de garantizar una atención adecuada y segura para los pacientes.

BIBLIOGRAPHIC REFERENCES

- %20General%20Public&deliveryName=USCDC_511-DM6970 Valdivia, M. (2005). Lead poisoning. Rev. Soc. Per. de Med. Inter.18(1) : 22-27.
- Abadin, H., Ashizawa, A., Stevens, Y., Lladós, F., Diamond, G., Sage, G., Citra, M., Quinones, A., Bosch, S., Swarts, S.(2007) Toxicological Profile for Lead. Atlanta (GA): Agency for Toxic Substances and Disease Registry (US)
- Alarcon, W.(2016) State Adult Blood Lead Epidemiology and Surveillance (ABLES) Program Investigators. Elevated Blood Lead Levels Among Employed Adults - United States, 1994-2013. MMWR Morb Mortal Wkly Rep,63(55):59-65.
- Azcona, M., Ramírez, R., y Vicente, G. (2015)Efectos tóxicos del plomo. Rev Esp Med Quir, 20:72-77
- Baum, C., Hauptman, M., Newman, N., Woolf, A. (2021) Recommendations on management of childhood lead exposure: A resource for health professionals. Pediatric Environmental Health Specialty Units and the American Academy of Pediatrics.Extraído de: https://www.pehsu.net/Library/facts/PEHSU_Fact_Sheet_Lead_Management_Health_Professionals_Final.pdf
- Bent, J. (2017) Critical Care Toxicology: Diagnosis and Managment of the Critically Poisoned Patient. 2 ed. Springer
- Bergeson, L. (2008) The proposed lead NAAQS: Is consideration of cost in the clean air act's future?. Wiley Online Library. 18:79–84.
- Caravanos, J., Dowling, R., & cols. (2014). Niveles de Plomo en Sangre en México y su Implicación para la Carga Pediátrica de la Enfermedad. Annals of Global Health, 80: 1-11
- Center for Disease Control and prevention. Recommended action based on blood lead level: summary of recommendations por follow-up and case management of children based on initial screening capillary and confirmed* venous blood lead levels. Extraído de: <https://www.cdc.gov/nceh/lead/Advisory/acclpp/action-blls.htm>
- Ettinger, A., Egan, K., Homa, D., Brown, M. (2020) Blood Lead Levels in U.S. Women of childbearing Age, 1976-2016. Environmental Health Perspectives.128 (1): 1-9
- Goldman, R., & Hu, H. (2020) Lead exposure and poisoning in adults. UpToDate

- Halmo L, Nappe TM. (2021) Lead Toxicity. StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing.
- He, Y., von Lampe, K., Wood, L., y Kurt, M. (2015) Investigation of lead and cadmium in counterfeit cigarettes seized in the United States. *Food Chem Toxicol.* 81: 40- 45
- Jaishankar, M., Tseten, T., Anbalagan, N., Mathew, B., y Beeregowda K. (2014) Toxicity, mechanism and health effects of some heavy metals. *Interdiscip Toxicol*, 7(2), 60- 72
- Järup, L. (2003) Hazards of heavy metal contamination. *British medical bulletin*, 68(1), 167-182
- Kosnett, M., Wedeen, R., Rothenberg, S., Hipkins, K., Materna, B., Schwartz, B., Hu, H., Woolf, A. (2007) Recommendations for medical management of adult lead exposure. *Environ Health Perspect.* 115(3):463-71.
- Kumar, A. (2020) Lead Toxicity: Health Hazards, Influence on Food Chain, and Sustainable Remediation Approaches. *Int J Environ Res Public Health*, 17(7):2179
- Merill, J., Morton, J., Soileau, S. (2007) Metals. In: Hayes A.W, editor. *Principles and Methods of Toxicology*. 5th ed.
- Mitra, P., Sharma, S., Purohit, P., y Sharma, P. (2017) Clinical and molecular aspects of lead toxicity: An update. *Crit Rev Clin Lab Sci*, 54(7-8):506-528
- Moore, M. (1977) Lead in drinking water in soft water areas--health hazards. *Sci Total Environ*, 7(2):109-15.
- National Center for Biotechnology Information. (2021) PubChem Annotation Record for Lead, elemental, Source: Hazardous Substances Data Bank (HSDB). [https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/source/hsdb/231#section=Human-Toxicity-Excerpts-\(Complete\)](https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/source/hsdb/231#section=Human-Toxicity-Excerpts-(Complete)).
- Navas, A., Guallar, E., Silbergeld, E., Rothenberg, S. (2007) Lead Exposure and Cardiovascular Disease- A Systematic Review. *Environmental Health Perspectives*, 115 (3): 472-482
- Needleman, H. (2003) Lead poisoning. *Annual review of medicine*. 55: 209–222
- Gilfillan, S. (1965) Lead poisoning and the fall of Rome. *J Occup Med*, 7:53-60.
- Ossiander, E. (2013) A systematic review of screening questionnaires for childhood lead poisoning. *J Public Health Manag Pract.* 19(1):E21-9.
- Recall of Lead Care Blood Lead Tests due to risk of falsely low results. Health Alert Network. Centers for Disease Control and Prevention. <https://emergency.cdc.gov/han/2021/han00445.asp>
- Renzetti, S., Just, C., Burris, H., Oken, E., Amarasiriwardena, C., Svensson, K., Mercado- García, A., Cantoral, A., Schnaas, L., Baccarelli, A., Wright, R., Téllez-Rojo, M. (2017) The association of lead exposure during pregnancy and childhood anthropometry in the Mexican PROGRESS cohort. *Environ Res.* 152:226-232.
- Richter, P., Bishop, E., Wang, J., Swahn, M. (2009) Tobacco smoke exposure and levels of urinary metals in the U.S. youth and adult population: the National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES) 1999-2004. *Int J Environ Res Public Health*, 6(7):1930-46.
- Update: Expansion of recall of LeadCare blood lead tests due to risk of falsely low results. Health Alert Network. Centers for Disease Control and Prevention. https://emergency.cdc.gov/han/2021/han00457.asp?ACSTrackingID=USCDC_5_11-DM69702&ACSTrackingLabel=HAN%20457%20-

Wani, L., Ara, A., y Usmani, J. (2015) Lead toxicity: a review. *Interdiscip Toxicol*, 8(2), 55-64.

FUNDING:

Los autores declaran que este estudio no recibió ningún tipo de financiación externa por parte de agencias públicas, privadas, ni de organizaciones sin ánimo de lucro. Todas las actividades de investigación, análisis y desarrollo fueron realizadas con recursos propios.

CONFLICT OF INTEREST:

Los autores declaran que no tienen conflictos de intereses relacionados con este estudio y que todos los procedimientos seguidos cumplen con los estándares éticos establecidos por la revista. Asimismo, confirman que este trabajo es inédito y no ha sido publicado, ni parcial ni totalmente, en ninguna otra publicación.

AUTHOR CONTRIBUTION

Nombres de autores e iniciales: Sonia Sofía Vélez Saltos (SSVS)

1. Conceptualización: (SSVS)
2. Curación de datos: (SSVS)
3. Análisis formal: (SSVS)
4. Adquisición de fondos: ()
5. Investigación: (SSVS)
6. Metodología: (SSVS)
7. Administración del proyecto: (SSVS)
8. Recursos: ()
9. Software: ()
10. Supervisión: (SSVS)
11. Validación: (SSVS)
12. Visualización: (SSVS)
13. Redacción – borrador original: (SSVS)
14. Redacción – revisión y edición: (SSVS)