




## REVISIÓN SISTEMÁTICA

### Micro y nanoplasticos y su influencia en la salud humana

#### Micro and nanoplastics and their influence on human health

Marco Vinicio Culqui-Sánchez <sup>1\*</sup>, Juan José Villacis-Barrazueta <sup>1</sup>, Kenyi Nicole Rosales-Cedeño <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Matriz Ambato. Ecuador

\*Autor para la correspondencia: [ua.marco39@uniandes.edu.ec](mailto:ua.marco39@uniandes.edu.ec)

Recibido: 29 de agosto de 2023

Aprobado: 23 de abril de 2024

#### RESUMEN

**Introducción:** el impacto ambiental negativo generado por la producción excesiva y la eliminación irresponsable de plásticos es alarmante a la actualidad.

**Objetivo:** describir la influencia de los micro y nanos plásticos en la salud humana. **Método:** se realizó una búsqueda en diferentes plataformas, usando las palabras clave: “micro and nanoplastics” or “environmental impact” or “influence on health” and “microplastics and health” or “plastic waste” or “waste disposal”. **Resultados:** los micro plásticos y nano plásticos en la actualidad sí representan un riesgo ambiental evidente, y sobre todo para la salud humana puesto que se puede encontrar en diferentes partes del organismo. Los micro y nano plásticos se encuentran actualmente en casi todo y ocasionan problemas de salud evidentes, por tanto, es indispensable que la contaminación con plásticos se frene y

que los responsables establezcan estrategias que permitan eliminar los desechos de forma responsable precautelando la salud y el bienestar de los seres humanos. **Conclusiones:** es necesario que la evaluación de la repercusión en la salud se aborde de manera amplia puesto que las afecciones dependerán de varios factores como la fuente de origen, la cantidad, el tipo y la etapa del ciclo de los plásticos en la que se evalúe los efectos, además se debe de considerar el medio de exposición a las sustancias químicas para poder determinar factores de riesgo, posibles consecuencias y medidas preventivas en salud pública.

**Palabras clave:** micro plásticos; impacto ambiental; influencia en la salud; desechos plásticos; eliminación de desechos.

## ABSTRACT

**Introduction:** the negative environmental impact generated by excessive production and irresponsible disposal of plastics is currently alarming. This bibliographic review aims to identify the repercussions on human health due to the risk of consumption of micro and nano plastics found in ecosystems.

**Method:** a search was carried out on different platforms, using the keywords: “micro and nanoplastics” or “environmental impact” or “influence on health” and “microplastics and health” or “plastic waste” or “waste disposal”.

**Results:** microplastics and nanoplastics currently represent an obvious environmental risk, and especially for human health since they can be found in different parts of the body. Micro and nano plastics are currently found in almost everything and cause obvious

health problems, therefore, it is essential that plastic pollution be stopped and that those responsible establish strategies that allow waste to be disposed of responsibly, safeguarding health and well-being. of human beings.

**Conclusions:** It is necessary that the evaluation of the impact on health be addressed in a broad manner since the conditions will depend on several factors such as the source of origin, the quantity, the type and the stage of the plastic cycle in which it is evaluated. the effects, the means of exposure to chemical substances must also be considered in order to determine risk factors, possible consequences and preventive measures in public health.

**Key words:** microplastics; environmental impact; influence on health; plastic waste; waste disposal.

### Cómo citar este artículo:

Culqui-Sánchez MV, Villacis-Barrazueta JJ, Rosales-Cedeño KN. Micro y nanoplasticos y su influencia en la salud humana. Gac Med Est [Internet]. 2024 [citado día mes año]; 5(2):e440. Disponible en: <http://www.revgacetaestudiantil.sld.cu/index.php/gme/article/view/440>

## INTRODUCCIÓN

Los plásticos son materiales sintéticos obtenidos a base de procesos aplicados a derivados del petróleo que están compuestos de polímeros. Han demostrado a lo largo de los años ser de gran utilidad en la sociedad <sup>(1)</sup>. El término “plástico” proviene del griego “plastikos” que tiene por significado “que se puede moldear” y es precisamente esta característica la que lo hace un material muy utilizado, dada su versatilidad para elaborar distintos objetos que facilitan las actividades diarias del ser humano, además de sus bajos costos, y al ser un material no biodegradable es de difícil eliminación <sup>(2)</sup>.

Pese a que los materiales elaborados a partir del plástico han sido de gran utilidad, cuando se empezó a dar uso a estos productos probablemente, en primeras instancias no se consideró las consecuencias que podrían surgir de la sobre producción, como la gran cantidad de residuos <sup>(3)</sup>. Los residuos, definidos por la RAE como “cualquier material que



queda inservible después de haber realizado un trabajo u operación” tienen su principal impacto ambiental en que el uso desmedido y desconsiderado de plásticos genera un cúmulo de estos e invaden el medio ambiente; ocupando lugar en océanos, bosques, lagos, y en cualquier espacio en el que habitan especies de flora y fauna <sup>(4)</sup>.

Los plásticos fueron desarrollados también para ser duraderos, la llegada a los diferentes ecosistemas representa en la actualidad un problema alarmante, especialmente para el ecosistema marítimo <sup>(5)</sup>. Ya que, si bien es cierto, es difícil determinar el tiempo de degradación de los plásticos, pero se sabe que en el agua se toma más tiempo que en tierra. Además, la mayoría de los residuos plásticos encontrados en el océano provienen de fuentes terrestres <sup>(6)</sup>.

A grandes rasgos se estima que miles de toneladas de plástico se depositan en los océanos cada año, y la repercusión a en la fauna marítima es uno de los principales problemas que acompañan esta situación; los micro y nano plásticos son consecuencia de la degradación de los macro plásticos, que con el paso de los años han ido fragmentándose <sup>(7)</sup>. Se puede considerar como micro plástico a los residuos <5mm y como nano plásticos a los residuos <1000 nm <sup>(8)</sup>. Dichos residuos son un signo de alarma, debido a que al descomponerse liberan los polímeros y distintos químicos utilizados durante su elaboración; y ya que han sido identificados en ríos, lagos, océanos, entre otros, generan gran preocupación por el riesgo de consumo del ser humano de dichos materiales y la repercusión en la salud <sup>(9)</sup>.

El objetivo esta investigación es describir la influencia de los micro y nanos plásticos en la salud humana.

## MÉTODO

Se realizó la búsqueda de información en inglés y español mediante el meta buscador Epistemónikos en las bases de datos: Cochrane Database of Systematic Reviews (CDSR), Pubmed, EMBASE, CINAHL (The Cumulative Index to Nursing and Allied Health Literature), PsycINFO LILACS (Literatura Latinoamericana y del Caribe en Ciencias de la Salud), Database of Abstracts of Reviews of Effects (DARE) , The Campbell Collaboration online library JBI Database of Systematic Reviews and Implementation Reports , EPPI-Centre Evidence Library desde el año 2019 al 2023, se realizó una pregunta específica con la estrategia PICO y se usaron las palabras clave: “micro and nanoplastics” or “environmental impact” or “influence on health” and “microplastics and health” or “plastic waste” or “waste disposal”. Se realizaron búsquedas en las listas de referencias de los estudios incluidos para identificar otros relevantes.

*Criterios de inclusión:* manuscritos independientemente de su tipo de estudio, idioma en inglés y español, publicados en el periodo 2019-2022.

*Criterios de Exclusión:* estudios que mencionen otra área de las ciencias que no sean las de la salud.



*Análisis Documental:* para el análisis documental se utilizó la herramienta PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses) la cual es una herramienta desarrollada principalmente para el ámbito de la salud para la presentación de revisiones sistemáticas, actualmente consta de 27 ítems donde se encuentra lo más importante y adicional, un diagrama de flujo; permitiendo unificar toda la información y que esta sea más accesible <sup>(10)</sup>. Se debe elaborar un diagrama de flujo que incluye el número de registro o citas identificadas y adicionales, el número total de citas registros o citas duplicadas o eliminadas; las citas cribadas y de estas las eliminadas y aquellos que se usaron para análisis y a su vez, aquellos que fueron excluidos e incluidos, como se muestra en la figura 1 <sup>(11)</sup>

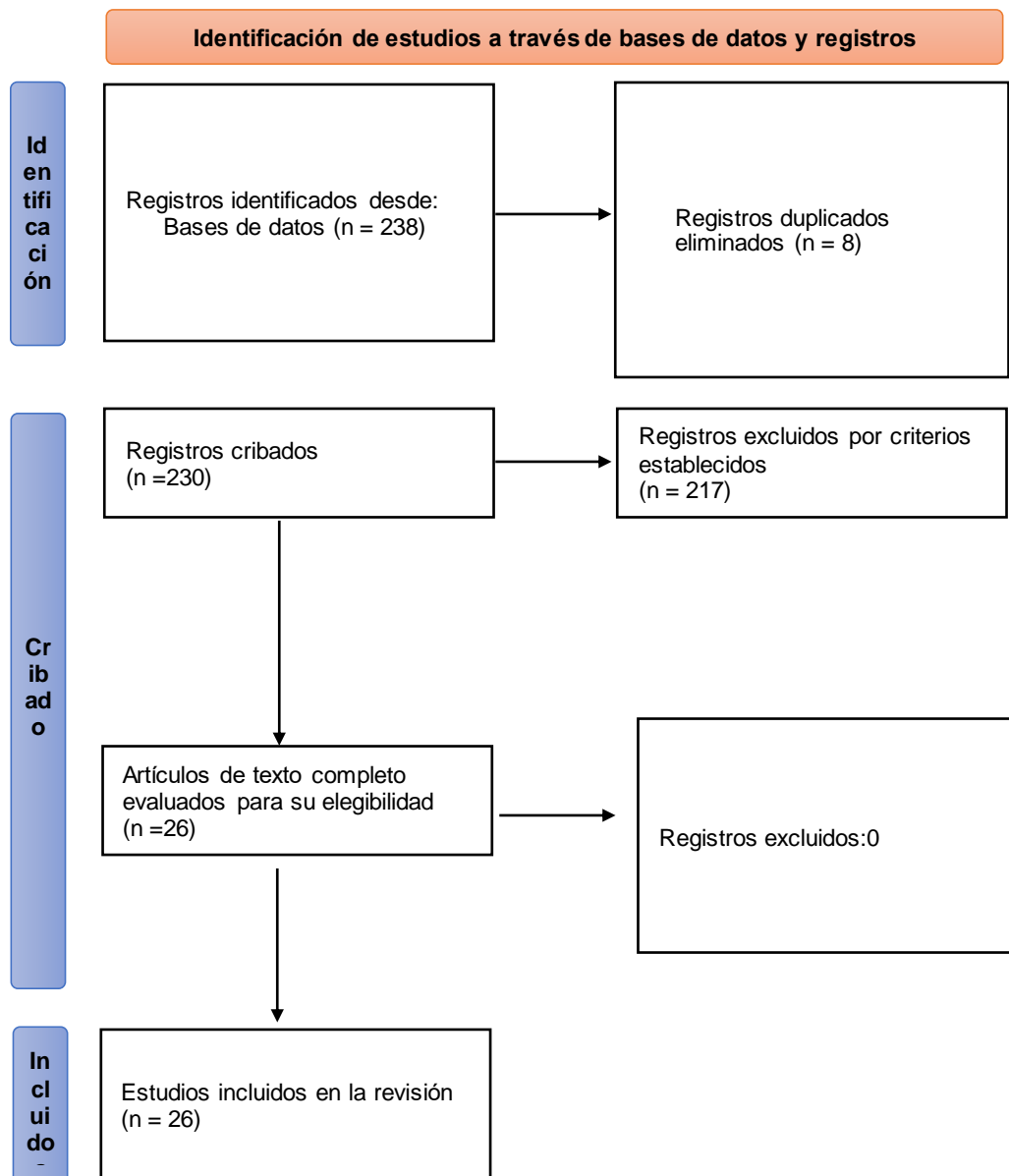


Figura 1. Flujograma PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses)

## RESULTADOS

En el año 2008 la NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) realizó el primer taller sobre la Ocurrencia, efectos y destino de los desechos marinos micro plásticos. Se plantearon diversos puntos para abordar este tema como definir qué son micro y nano plásticos, el impacto de estos en el medio ambiente y especies, el destino, fuentes de origen, entre otros aspectos <sup>(12)</sup>.

De los resultados más importantes cabe mencionar que según la NOAA los micro plásticos son aquellos fragmentos menores de 5mm y los nano plásticos aquellos menores de 100nm<sup>(12)</sup>. Y que, gracias a este taller se identificaron principalmente dos fuentes de origen. Fuentes Primarias: son aquellas producidas de manera intencional para usarse directamente (cosméticos, etc.) y Fuentes Secundarias: plásticos que se degradan con el paso de los años, fragmentándose hasta tener el tamaño correspondiente con micro y nano plásticos <sup>(13)</sup>.

### Impacto Ambiental

En cuanto al impacto en el ambiente marítimo, para el año en el que se realizó dicho taller la información que se tenía fue inconclusa, pudo evidenciarse que la fauna marina ha consumido residuos plásticos como fuente de alimento, pero no se logró obtener los datos necesarios para vincularlo a aspectos negativos en el medio marítimo <sup>(12)</sup>.

Un estudio mucho más reciente del año 2021, realizado en grandes lagos de agua dulce apoya la conclusión de la NOAA, en cuanto al consumo de micro y nano plásticos por especies marinas donde se logró evidenciar en más de quince especies de peces, gran cantidad de residuos correspondientes a la materia prima de los plásticos (microfibras de polietileno, el tereftalato de polietileno y el polipropileno) en el aparato gastrointestinal de las especies examinadas, lo que sugiere que pese a no estudiarse a cabalidad la composición del agua, existe una gran cantidad de residuos correspondientes a micro y nano plásticos <sup>(14)</sup>.

La liberación de sustancias químicas en el medio ambiente sobre todo marítimo ha causado una mala calidad en el agua de ríos, lagos y océanos; y también, en los ecosistemas terrestres, principalmente por la cantidad de desechos que empiezan a degradarse con el paso de los años<sup>(15)</sup>. Sánchez et al. (2023) en uno de los estudios más recientes menciona que pese a que la acumulación de micro plásticos en los ecosistemas marinos son a la actualidad un tema en auge, aún se ignora la gravedad de la situación si se siguen acumulando desechos, y supone que para el año 2025 si no se frena esta problemática se producirá un incremento y acumulación en grandes cantidades <sup>(16)</sup>.



## Clasificación de los Residuos

Los residuos plásticos más comunes son diversos como el Bisfenol A, acrilonitrilo, PFAS, ftalatos, vinilbenceno, SCCP, cloruro de vinilo, cadmio, entre muchos más; son derivados o son aditivos presentes en la elaboración de los productos plásticos que son liberados al descomponerse estos<sup>(17)</sup>.

En el Manual de Agentes Carcinógenos de la IARC (Internacional Agency for Research of Cancer) se mencionan algunos de estas sustancias y su clasificación como agentes cancerígenos para el ser humano, se clasifican en grupos según el agente carcinógeno. Grupo 1: evidencia de que la exposición al producto es carcinógena para los seres humanos; Grupo 2 (2A: suficiente evidencia de que el producto es carcinógeno pero limitada evidencia en cuanto a si es carcinógeno en animales de experimentación) (2B: limitada evidencia de ser carcinógeno en humanos y menos que suficiente evidencia de ser carcinógeno en animales de experimentación, o viceversa) Grupo 3: no es clasificable; Grupo 4: probablemente no es carcinógeno para los seres humanos<sup>(18)</sup>.

**Tabla 1.** Clasificación de los componentes de los plásticos

Sustancia	Clasificación según IARC	Significado de Clasificación	Uso	Exposición - Consumo
Bromuro de Vinilo	Grupo 2A	Posiblemente carcinógeno	Plásticos de poliestireno y poliestireno expandido	Plásticos y textiles. Micro plásticos
Cloruro de Vinilo	Grupo 1	Carcinógeno	PVC: muebles de plástico, respaldo de alfombras, embalaje o revestimiento de paredes	Normalmente ocupacional
Benceno	Grupo 1	Carcinógeno	Plásticos de poliestireno y poliestireno expandido	Materia prima de otros productos. Micro plásticos
Cadmio	Grupo 1	Carcinógeno	Colorante y estabilizador en plástico	Normalmente ocupacional

Fuente: (Restrepo, 2006)

## Impacto en la Salud Humana

La OMS en el año 2019, a través de una publicación en su página oficial hace un llamado a la investigación de las sustancias que se encuentran en el agua especialmente dirigida a identificar micro plásticos en el agua potable y los efectos que estos pudieran ocasionar



en la salud humana; sugiere se mida la cantidad de partículas de micro plásticos en el agua, identificar la fuente de origen, determinar la utilidad de los procesos de tratamiento del agua potable y reducir la contaminación por plásticos<sup>(17)</sup>. Por su parte, la ONU estima que cada año se generan 400 millones de toneladas de residuos plásticos y que el 85 % se encuentran contaminando distintos espacios del medio ambiente, y advierte que la producción de plástico libera sustancias que representarían un peligro a la salud humana<sup>(19)</sup>. Los micro plásticos evidentemente son un riesgo por su probable toxicidad sumado a que son capaces de absorber otras sustancias contaminantes como PCB (bifenilos policlorados), PAH (hidrocarburos aromáticos policíclicos) o DDT (diclorodifeniltricloroetano)<sup>(20)</sup>.

La EPA en el año 2017 en su taller denominado “A Trash Free Waters Report on Priority Microplastics Research Needs: Update to the 2017 Microplastics Expert Workshop”, evaluó entre otros aspectos, la repercusión en la salud humana de la exposición a los micro plásticos y nano plásticos destacando la importancia de analizar fuentes de exposición o consumo centrándose en, el consumo de mariscos y agua potable principalmente donde se concluyó que el riesgo por consumo de algunos mariscos era bajo<sup>(21)</sup>.

También se analizó fuentes ligadas a la exposición de productos químicos usados en la elaboración de plásticos, como el bisfenol A, metales pesados y retardantes de llamas, estos productos acceden al tracto respiratorio y gastrointestinal humano a través de la ingesta, inhalación o penetran en la piel<sup>(21)</sup>. Según Campanale et al. (2020), la información acerca del punto final de estos residuos una vez dentro del cuerpo humano y su efecto en este aun requiere más estudios, pero se sabe que las partículas sí son capaces de ingresar a diferentes tejidos y órganos, además de la barrera placentaria y hematoencefálica, y el efecto puede estar en dependencia de la composición química de los residuos y la cantidad de estos<sup>(22)</sup>.

Otra fuente importante de micro plásticos es a través del uso de productos o envases que contienen alimentos, dichos productos pueden ingresar incluso con el contacto a través de la piel o pueden ser ingeridos en el caso de juguetes para niños, o alimentos enlatados y envasados<sup>(23)</sup>.

Los riesgos de la salud causados por los micro plásticos necesariamente deben ser estudiado desde las distintas etapas del ciclo de estos productos, lo que quiere decir contemplar los impactos que producen desde la elaboración de los plásticos, los materiales químicos asociados, el procesamiento y los residuos<sup>(24)</sup>. La importancia radica en que las personas pueden estar expuestas a sustancias, como pueden consumirlas por la descomposición de los objetos plásticos como ya se mencionó previamente<sup>(25)</sup>.

La extracción, transporte, refinación (convertir combustibles fósiles en resinas) y su producción como tal, pueden liberar más de 170 sustancias químicas que repercuten directamente en la salud humana como sustancias cancerígenas, causantes de



neurotoxicidad y sustancias que afectan la salud reproductiva; además de afecciones en las mucosas (respiratoria, gastrointestinal, ojos, etc.) También se incluye la forma de eliminación que, en pro de disminuir la cantidad de grandes plásticos a la vista, se incineran o gasifican generando la liberación de metales tóxicos como plomo y mercurio; gases ácidos, entre otros<sup>(24)</sup>.

La ONU en una reciente publicación en junio de 2023 menciona que el 99 % de los niños en La Oroya, Perú tienen niveles elevados de metales pesados en sangre en las zonas conocidas como “zona de sacrificio” que son aquellas donde las fábricas realizan el proceso de producción y eliminación de plásticos, las zonas de sacrificio no solo afectan al ser humano por la inhalación directa pues, se sabe que dichas sustancias son capaces de recorrer largas distancias y quedarse implantadas en superficies lo que eventualmente resultará en la ingestión de dichos químicos<sup>(19)</sup>.

Los micro plásticos como tal, pueden estar asociados a repercusiones en la salud humana que incluyen estrés oxidativo, inflamación, genotoxicidad, apoptosis e incluso necrosis, y relacionándose con enfermedades de todo tipo desde autoinmunes e inflamatorias hasta enfermedades cardiovasculares, enfermedad inflamatoria intestinal, diabetes y enfermedades degenerativas<sup>(26)</sup>.

En un reciente estudio realizado por Vrije Universiteit Amsterdam, Deltares y Amsterdam UMC como parte de un proyecto denominado Inmunoplast, se pudo evidenciar la presencia de micro plásticos en la sangre, dicho proyecto consistió en la identificación de cinco polímeros diferentes utilizando muestras de sangre anónimas, encontrando principalmente tereftalato de polietileno (PET), polietileno y polímeros de estireno que son componentes básicos del plástico, demostrando que la exposición a los micro y nano residuos plásticos permite la absorción de los mismos hacia el torrente sanguíneo<sup>(27)</sup>.

Resultados más alarmantes se produjeron en el estudio que determinó la presencia de polietileno, cloruro de polivinilo y polipropileno en 26 de 34 muestras de leche materna analizadas, lo que sugiere que la exposición y la absorción de los residuos, llega no solo a diferentes partes del organismo, si no que pueden ser inclusive, transmitidos a través de la lactancia materna<sup>(28)</sup>.

Además se publicó un estudio que logró identificar micro plásticos en la placenta humana; utilizando seis placentas en las cuales se encontró al menos 12 tipos de residuos plásticos, predominando el polipropileno en las membranas corioamnióticas, por tanto se debe recalcar desde estos hallazgos que es indispensable y urgente evaluar los riesgos que pueden representar los micro plásticos durante el embarazo y las repercusiones que podría tener en el feto y la madre<sup>(29)</sup>.





## DISCUSIÓN

La exposición a micro plásticos y nano plásticos es alarmante, evidentemente por la irresponsabilidad y el poco compromiso medioambiental que ha provocado que toneladas de restos plásticos acaben en ecosistemas marinos afectando la vida de la fauna que lo habita. Y a la actualidad, no solo se ve un impacto en nuestro ambiente si no también una preocupante repercusión en la salud humana por la exposición y el consumo de residuos plásticos, sumado a la mala eliminación de desechos.

Es necesario que principalmente las empresas encargadas de la producción de los plásticos asuman su responsabilidad y elaboren estrategias para frenar la contaminación con materiales plásticos. Además, es urgente que se evalúe el estado de los habitantes en las llamadas “zonas de sacrificio” ya que tienen mayor exposición a sustancias químicas en el ambiente, en superficies, agua y alimentos lo que genera mayor probabilidad de desarrollar una gran cantidad de enfermedades, entre ellas cáncer.

Los estudios previos realizados sobre la repercusión a la salud humana por la exposición a las sustancias mencionadas en esta revisión demuestran que el problema medioambiental ligado a residuos plásticos no es algo reciente, y es por ello que a la fecha organizaciones internacionales como la OMS y la ONU hacen mayor énfasis en el estudio de los riesgos que implica que el agua y alimentos se encuentren contaminados con residuos plásticos probablemente desde hace muchos años y repercutiendo en la salud humana sin haberle dado la debida atención, puesto que la liberación de las sustancias tóxicas que son parte de la materia prima continúan eliminándose y vertiéndose en ríos, lagos y mares es indispensable concientizar sobre el impacto medioambiental y humano que los micro plásticos representan actualmente<sup>(30)</sup>.

Los estudios realizados al agua son escasos pero son de suma importancia porque permiten identificar la magnitud de la problemática en cuanto a la contaminación de varios ambientes marinos, sobre todo aquellos que son de agua dulce puesto que según la OMS sí se debe evaluar la forma en la que las empresas realizan el tratamiento del agua potable y consumible, y si dicho tratamiento permite eliminar no solo microorganismos causantes de diversas enfermedades gastrointestinales si no que, actualmente es necesario que puedan garantizar que el agua sea tratada para evitar el consumo de micro y nano plásticos<sup>(31)</sup>.

La consecuencia en la salud, pese a ser un tema relativamente nuevo se encuentra bastante delimitada y genera aún más preocupación ya que se relaciona a la aparición de neoplasias principalmente. Sin embargo, no se debe dejar de evaluar otros padecimientos como aquellos ocasionados en las mucosas, irritación o afecciones causadas por la inhalación de las sustancias tóxicas<sup>(32)</sup>.

## CONCLUSIONES



La contaminación de ecosistemas marinos y terrestres con plásticos durante décadas repercute hoy en día no solo por la acumulación de materiales residuales a nivel macroscópico, si no que con el paso de los años la degradación de dichos productos ha provocado que se fragmenten tanto que lleguen convertirse en micro y nano plástico, residuos que en su composición contienen sustancias y aditivos químicos. Se debe evaluar completamente el ciclo de la producción y eliminación de los plásticos para poder entender las afecciones que ocasionan, además de implementar una eliminación de desechos responsable, que respete todos los ecosistemas y especies. Es de gran importancia visibilizar cada vez más el impacto que genera la contaminación de los plásticos, y la influencia de las sustancias tóxicas para los seres humanos, teniendo en cuenta que actualmente está comprobada la presencia de estos residuos en el torrente sanguíneo, placenta, leche materna, así como su potencial carcinógeno, con la finalidad de tomar medidas preventivas para la salud pública.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Gayosso-Morales MA, González-Pérez BK. Contaminantes emergentes y su relación con el ambiente. Publicación Digit la Red del Agua UNAM [Internet]. 2021;17(1):62. Available from: <http://www.revista.unam.mx/vol.10/num8/art54/int54.htm%0Ahttp://www.agua.unam.mx/assets/pdfs/impluvium/numero17.pdf#page=62>
2. Zambrano C, Carrillo B, Latorre G. Polymeric materials and environmental impact: a review. Polo del Conoc [Internet]. 2022;7(6):596–614. Available from: <http://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/eshttps://orcid.org/0000-0002-9948-728X>
3. Rosado A, Rodriguez L, Salvador V, Caraco E, Carranza I. Microplásticos : su toxicidad y valores alerta pendientes de establecer. TecnoAqua [Internet]. 2021;50.
4. Machado-allison A. Los microplásticos en el ambiente y la salud humana. (16):211–32.
5. López-Fernández MDM, González-García F, Franco-Mariscal AJ. Plastics: a literature review in science education (2010–2019). Rev Educ. 2022;2022(397):247–78.
6. Amnistía Internacional. La degradación de plástico en el océano ontribuye a su acidificación. 2019;3–6. Available from: <https://www.amnesty.org/es/latest/campaigns/2019/01/cut-adrift-in-the-med/>
7. Luis J, Nolasco Q. Situación zoonosanitaria de México en el primer semestre de 2019. Rev AMEV. 2019;(2).



8. Visa C. Impacto de micro- y nano-plásticos en salud ambiental: ¿una amenaza? Rev Salud Ambient [Internet]. 2022;22:98–9. Available from: <https://ojs.diffundit.com/index.php/rsa/article/download/1200/1147>
9. García Marín LM, Rentería Rodríguez ME. Plásticos en los océanos. INCyTU. 2019;034(55):1–6.
10. Yepes-Nuñez JJ, Urrutía G, Romero-García M, Alonso-Fernández S. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. Rev Esp Cardiol. 2021;74(9):790–9.
11. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. Declaración PRISMA 2020: una guía actualizada para la publicación de revisiones sistemáticas. Rev Española Cardiol. 2021;74(9):790–9.
12. Arthur C, Baker J, Bamford H. Proceedings of the International Research Workshop on the Occurrence , Effects , and Fate of Microplastic Marine Debris. Group. 2009;(January):530.
13. Lacava JE, Schmaedke A, Denaro MA, Bernabeu PR, Gargarello RM. Evaluación De La Presencia De Microplásticos En Playas Del Río Del La Plata: Ciudad De Buenos Aires Y Alrededores. Rev AIDIS Ing y Ciencias Ambient Investig Desarro y práctica. 2022;15(3):1163–73.
14. Munno K, Helm PA, Rochman C, George T, Jackson DA. Microplastic contamination in Great Lakes fish. Conserv Biol. 2022;36(1):34219282.
15. Campoy P, Beiras R. Revisión: Efectos ecológicos de macro-, meso- y microplásticos. Estac Ciencias Mariñas Taralla - Univ Vigo [Internet]. 2019;1:35.
16. Bizarro Sánchez A, Piña Guzmán AB, Robles Martínez F. Micro y nanoplásticos en mares y océanos [Internet]. Vol. 4, Vínculos. Sociología, análisis y opinión. 2023. 91–121 p. Available from: [www.vinculosociologiaanalisisyopinion.cucsh.udg.mx/index.php/VSAO](http://www.vinculosociologiaanalisisyopinion.cucsh.udg.mx/index.php/VSAO)
17. Bollaín C, Bollaín Pastor C, Agulló DV. Los microplásticos, desafío actual. Rev Esp Salud Pública [Internet]. 2019;93:28–9.
18. Patricia M, Hurtado R, Luz M, Camacho B. Manual de agentes carcinógenos de los grupos 1 y 2A de la IARC, de interés ocupacional para Colombia. Inst Nac Cancerol [Internet]. 2006;96. Available from: [http://www.cancer.gov.co//files/libros/archivos/86632fdafa996b9db6300ef143894d6d\\_Manual Agentes carcinógenos.pdf](http://www.cancer.gov.co//files/libros/archivos/86632fdafa996b9db6300ef143894d6d_Manual Agentes carcinógenos.pdf)



19. ONU. Un “maremoto tóxico” de plásticos amenaza los derechos humanos. Art 17 el derecho a la Prop [Internet]. 2018;1–7. Available from: <https://news.un.org/es/news/topic/sdgs>
20. DeTitto E, De Titto G, Savino A. Plásticos: un mundo en expansión que requiere atención. Isalud [Internet]. 2022;17:46–58. Available from: <https://www.researchgate.net/publication/363661412>
21. US EPA. A Trash Free Waters Report on Priority Microplastics Research Needs: Update to the 2017 Microplastics Expert Workshop. 2021;(December).
22. Campanale C, Massarelli C, Savino I, Locaputo V, Uricchio VF. A detailed review study on potential effects of microplastics and additives of concern on human health. Int J Environ Res Public Health. 2020;17(4).
23. Toner HP. Plastic and Health. Sci News. 2019;152(25/26):387.
24. Prieto-Ortiz RG. Contaminación ambiental por plásticos durante la pandemia y sus efectos en la salud humana. Rev Colomb Cirugía. 2023;38(1):22–9.
25. Jesús Rivas Gutiérrez, María del Carmen Gracia Cortés, José Ricardo Gómez Bañuelos. Los plásticos y el daño a la salud de los seres vivos y a los ecosistemas. Biocenosis. 2023;34(1):93–103.
26. Zaragoza-Estrada, A., Estrada-Monje, A., & Zaragoza-Contreras, E. A. (2023). Microplásticos: Presencia y diseminación en el medio ambiente. Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes, 31(88), e4100, <https://doi.org/10.33064/iycuaa2023884100>
27. Kuhlman RL. Discovery and quantification of plastic particle pollution in human blood. Environ Int. 2022;167(December 2021).
28. Ragusa A, Notarstefano V, Svelato A, Belloni A, Gioacchini G, Blondeel C, et al. Raman Microspectroscopy Detection and Characterisation of Microplastics in Human Breastmilk. Polymers (Basel). 2022;14(13):1–14.
29. Amore D. Machine Translated by Google Medio Ambiente Internacional Plasticenta : primera evidencia de microplásticos en placenta humana a Mauro. 2021;
30. Montory, Mónica; Chiang, Gustavo; Fuentes-Ríos, Daniel; Palma-Fleming, Hernán; Barra . Bifenilos policlorados (pcbs) e hidrocarburos aromáticos policíclicos (haps) en sedimentos del mar interior de chiloé, resultados del crucero cimar 10. Com Ocean Nac. 2008;31:67–81.



31. Hollóczki O, Gehrke S. Microplastics. Chemphyschem. 2020;21(1):9–12.

32. Delgado O. Implicaciones de la exposición a microplásticos en salud humana. Univ Granada [Internet]. 2019;36. Available from: [https://digibug.ugr.es/bitstream/handle/10481/56407/TFM\\_Olga\\_Delgado\\_Fimia.pdf?sequence=3&isAllowed=y](https://digibug.ugr.es/bitstream/handle/10481/56407/TFM_Olga_Delgado_Fimia.pdf?sequence=3&isAllowed=y)

**Contribución de autores:**

MVCS, JJVB y KNRC: conceptualización, curación de datos, análisis formal, investigación, metodología, supervisión, redacción-borrador original, redacción-revisión y edición.

**Declaración de conflicto de intereses:**

El autor declara que no existen conflictos de intereses.

**Financiación**

El autor no recibió financiación para el desarrollo de la presente investigación.

