

REVISIÓN

Micro and nanoplastics: a global threat to health and the environment

Micro y nanoplásticos: una amenaza global para la salud y el ambiente

Estefanía Denise Wolfenson¹ , Cristina Angelica Bustos¹ 

¹Universidad Abierta Interamericana, Facultad de Medicina y Ciencias de la Salud, Carrera de Medicina. Buenos Aires, Argentina.

Citar como: Wolfenson ED, Bustos CA. Micro and nanoplastics: a global threat to health and the environment. Environmental Research and Ecotoxicity. 2025; 4:152. <https://doi.org/10.56294/ere2025152>

Enviado: 18-04-2024

Revisado: 26-08-2024

Aceptado: 11-01-2025

Publicado: 12-01-2025

Editor: Prof. Dr. William Castillo-González 

ABSTRACT

Over recent decades, the mass production of plastics has significantly transformed consumption patterns and industrial processes, with environmental and health consequences. Among these, the growing presence of micro- and nanoplastics, tiny particles derived from the degradation of larger plastics or manufactured directly, stands out. These particles were detected in various ecosystems and in the human body, which generated scientific concern. The studies reviewed revealed that these pollutants acted as vectors of toxic substances, affecting biodiversity and posing a risk to human health by causing inflammation, endocrine disruptions and transgenerational effects. Despite advances in detection technologies and mitigation strategies – such as recycling, the circular economy and biodegradation – challenges persisted in the standardisation of methodologies, toxicological knowledge and regulatory development, making an interdisciplinary and coordinated approach urgent.

Keywords: Microplastics; Toxicity; Ecosystems; Health; Regulation.

RESUMEN

Durante las últimas décadas, la producción masiva de plásticos transformó significativamente los patrones de consumo y los procesos industriales, generando consecuencias ambientales y sanitarias. Entre ellas, destacó la creciente presencia de micro y nanoplásticos, partículas diminutas derivadas de la degradación de plásticos mayores o manufacturadas directamente. Estas partículas fueron detectadas en diversos ecosistemas y en el cuerpo humano, lo que generó preocupación científica. Los estudios revisados revelaron que estos contaminantes actuaron como vectores de sustancias tóxicas, afectando la biodiversidad y representando un riesgo para la salud humana, al causar inflamación, disrupciones endocrinas y efectos transgeneracionales. A pesar de los avances en tecnologías de detección y estrategias de mitigación —como el reciclaje, la economía circular y la biodegradación—, persistieron desafíos en la estandarización de metodologías, el conocimiento toxicológico y el desarrollo normativo, lo que hizo urgente un enfoque interdisciplinario y coordinado.

Palabras clave: Microplásticos; Toxicidad; Ecosistemas; Salud; Regulación.

INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, la producción masiva de plásticos ha transformado significativamente los patrones de consumo y los procesos industriales a nivel global. Esta transformación, impulsada por las propiedades físicas y químicas de los polímeros, ha contribuido al desarrollo económico y tecnológico, pero también ha generado serias consecuencias ambientales y sanitarias. Una de las más preocupantes es la creciente presencia de micro y nanoplásticos, partículas diminutas que resultan de la degradación o manufactura directa de productos plásticos. Estos contaminantes emergentes no solo se han detectado en diversos ecosistemas —incluidos los más

remotos del planeta—, sino también en el cuerpo humano, despertando alarma entre científicos y organismos internacionales.^(1,2)

La presente revisión tiene como objetivo analizar el impacto de los micro y nanoplásticos tanto en el medio ambiente como en la salud humana, destacando su origen, rutas de exposición, efectos tóxicos, técnicas de detección y principales estrategias de mitigación. A través del análisis de literatura científica actualizada, se pretende contribuir a la comprensión de un fenómeno cuya magnitud y complejidad exigen un enfoque interdisciplinario, así como el compromiso conjunto entre gobiernos, comunidades científicas y sociedad civil.

DESARROLLO

El crecimiento exponencial en la producción y uso de plásticos ha sido uno de los rasgos más distintivos de la sociedad moderna, con aplicaciones que abarcan desde la industria hasta el hogar. Su durabilidad, bajo costo y versatilidad los han convertido en materiales fundamentales para el desarrollo de diversas actividades humanas.⁽³⁾ Sin embargo, esta misma durabilidad ha generado una crisis ambiental sin precedentes. Según Geyer et al.⁽⁴⁾, entre 1950 y 2015 se produjeron más de 8 300 millones de toneladas de plástico, de las cuales solo el 9 % fue reciclado, mientras que el resto fue incinerado o arrojado al ambiente.

Uno de los principales problemas derivados del uso masivo de plásticos es la generación de microplásticos (MP) y nanoplásticos (NP). Los microplásticos se definen como partículas sólidas con un tamaño comprendido entre 1 μm y 5 mm, mientras que los nanoplásticos son aquellas partículas menores a 1 μm , llegando incluso a rangos nanométricos de entre 1 y 100 nm (ISO/TR 21960:2020, citado en Lehner et al.⁽¹⁾). Estos fragmentos pueden generarse intencionalmente (microplásticos primarios) o bien derivarse de la degradación de plásticos de mayor tamaño (microplásticos secundarios) a través de procesos como la fotodegradación, la oxidación, la degradación hidrolítica o la abrasión mecánica.^(1,5)

Diversas investigaciones han revelado que estos contaminantes están presentes en ecosistemas terrestres, acuáticos, atmosféricos e incluso en entornos remotos como los polos y glaciares.⁽²⁾ Según estudios de Plastics Europe,⁽⁶⁾ en 2019 se produjeron más de 368 millones de toneladas de plástico, lo que permite inferir que el volumen de microplásticos presentes en el ambiente también ha aumentado proporcionalmente. Esta situación se agrava por la ineficiencia de los sistemas de reciclaje y la inadecuada gestión de residuos, especialmente en países en vías de desarrollo.⁽⁷⁾

Los microplásticos actúan como vectores de contaminantes al tener la capacidad de adsorber sustancias tóxicas como metales pesados, pesticidas y compuestos orgánicos persistentes, aumentando así su toxicidad.^(8,9) Estos contaminantes, una vez ingeridos por organismos vivos, pueden entrar en la cadena alimentaria y bioacumularse, generando efectos adversos sobre la salud humana y animal.^(10,11)

Desde el punto de vista de la toxicología humana, los micro y nanoplásticos pueden ingresar al organismo por vía digestiva, respiratoria o dérmica, y generar efectos como estrés oxidativo, inflamación crónica, disrupción endocrina, neurotoxicidad y alteraciones metabólicas.^(12,13) El tipo de polímero, su tamaño, forma y los aditivos químicos presentes en su estructura determinan en gran medida su nivel de toxicidad.^(14,15)

Por ejemplo, el bisfenol A (BPA) y los ftalatos, aditivos comunes en plásticos, han sido ampliamente estudiados por su capacidad para interferir con el sistema endocrino, afectando la fertilidad, el desarrollo fetal y la función tiroidea.⁽¹⁶⁾ Asimismo, estudios recientes han documentado la presencia de microplásticos en la placenta humana, lo que sugiere una exposición prenatal que podría tener implicaciones transgeneracionales.⁽¹⁷⁾

En el ámbito ambiental, los microplásticos afectan la biodiversidad y alteran los ciclos ecológicos. En ambientes marinos, por ejemplo, interfieren con el comportamiento alimentario y reproductivo de numerosas especies, desde el zooplancton hasta grandes peces y mamíferos marinos.^(18,19)

La detección y análisis de estos contaminantes emergentes se realiza mediante técnicas como FTIR, MEB, ICP-MS y MET, las cuales permiten identificar su composición, origen y características morfológicas.⁽²⁰⁾ No obstante, la estandarización de estas metodologías aún es un desafío pendiente.⁽⁵⁾

Frente a este panorama, diversas estrategias de mitigación han sido propuestas, desde la mejora de la gestión de residuos hasta la implementación de una economía circular basada en la reducción, reutilización y reciclaje.⁽²¹⁾ También se están desarrollando métodos biotecnológicos, como el uso de microorganismos capaces de biodegradar ciertos tipos de plásticos.^(22,23)

En términos normativos, organismos internacionales como la ONU, la OMS y la Unión Europea han comenzado a tomar medidas regulatorias para limitar el uso de microplásticos en productos de consumo y promover la investigación científica sobre sus efectos.⁽²⁴⁾ En Argentina, aunque los avances legislativos aún son incipientes, se han impulsado proyectos de ley para prohibir los microplásticos en cosméticos y mejorar la gestión de envases.^(25,26)

El estudio de los micro y nanoplásticos representa un campo emergente que requiere un abordaje interdisciplinario, dado su carácter ubicuo, persistente y su potencial para generar impactos a nivel ambiental y sanitario. Tal como advierten Perilla-Portilla et al.⁽²⁷⁾, enfrentamos una amenaza invisible que exige atención urgente desde la ciencia, la política y la sociedad.

CONCLUSIONES

La evidencia científica disponible demuestra con contundencia que los micro y nanoplásticos constituyen una amenaza global, persistente y en expansión, cuyas implicancias superan el ámbito ambiental para involucrar directamente la salud humana. Su capacidad para actuar como vectores de contaminantes, su persistencia en los ecosistemas y su presencia en tejidos biológicos humanos los posicionan como uno de los principales desafíos del siglo XXI en términos de contaminación.

Si bien se han identificado avances en tecnologías de detección y estrategias de mitigación, los vacíos de conocimiento respecto a los mecanismos de toxicidad, exposición crónica y sinergia con otras sustancias químicas requieren mayor investigación. Asimismo, urge el fortalecimiento de marcos regulatorios y políticas públicas que reduzcan la producción y el uso indiscriminado de plásticos, al tiempo que promuevan alternativas sostenibles en el marco de una economía circular. En este contexto, el abordaje de los micro y nanoplásticos debe ser integral, basado en la evidencia científica y orientado al bienestar de las personas y del planeta.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Lehner R, Weder C, Petri-Fink A, Rothen-Rutishauser B. Emergence of nanoplastic in the environment and possible impact on human health. *Environ Sci Technol*. 2019;53(4):1748-65. Disponible en: <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/acs.est.8b05512>
2. Perilla-Portilla FE, Quiroz Ortega JF. Microplásticos, una amenaza invisible para la salud humana y el medio ambiente. *Rev Cubana Salud Pública*. 2023;49(4):e18019. Disponible en: <https://revsaludpublica.sld.cu/index.php/spu/article/view/18019>
3. Rosado Sanz A, Rodriguez Rivas LI, Zofio Salvador V, Ferrer Caraco E, Carranza Egaña I. Microplásticos: su toxicidad y valores alerta pendientes de establecer. *Eurifins Environment Testing*. Julio-Agosto 2021.
4. Geyer R, Jambeck JR, Law KL. Production, use, and fate of all plastics ever made. *Sci Adv*. 2017;3:e1700782. Disponible en: <https://www.science.org/doi/10.1126/sciadv.1700782>
5. Zhao B, Rehati P, Yang Z, Cai Z, Guo C, Li Y. The potential toxicity of microplastics on human health. *Sci Total Environ*. 2024;912:168946. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.168946>
6. Ke D, Zheng J, Liu X, Xu X, Zhao L, Gu Y, et al. Occurrence of microplastics and disturbance of gut microbiota: a pilot study of preschool children in Xiamen, China. *eBioMedicine*. 2023;97:104828. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ebiom.2023.104828>
7. Ríos MF, Márquez F, Gatti M, Galván D, Bravo G, Bigatti G, et al. MICROPLÁSTICOS: MACROPROBLEMAS. Residuos plásticos en Argentina: su impacto ambiental y en el desafío de la economía. 1a ed. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: ANCEFN; 2020. ISBN: 978-987-4111-15-9. Disponible en: <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/12991>
8. Gaspar L, Bartman S, Coppotelli G, Ross JM. Acute Exposure to Microplastics Induced Changes in Behavior and Inflammation in Young and Old Mice. *Int J Mol Sci*. 2023;24:12308. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/ijms241512308>
9. Hahladakis NJ, Velis CA, Weber R, Iacovidou E, Purnell P. An overview of chemical additives present in plastics: Migration, release, fate and environmental impact during their use, disposal and recycling. *J Hazard Mater*. 2018;344:179-99. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030438941730763X>
10. Liu H, Xiang Y, He D, Li Y, Zhao Y, Wang S, et al. Leaching behavior of fluorescent additives from microplastics and the toxicity of leachate to *Chlorella vulgaris*. *Sci Total Environ*. 2019;678:1-9. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969719319527>
11. Song J, Cui S, Li P, Mingrui L. Progress on Ecotoxicological Effects of MicroPlastics Loaded Pollutants. *IOP Conf Ser Earth Environ Sci*. 2018;186(3):012027. Disponible en: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/186/3/012027/meta>
12. Hardman R. A Toxicologic Review of Quantum Dots: Toxicity Depends on Physicochemical and Environmental Factors. *Environ Health Perspect*. 2016;114(2):147-A126. Disponible en: <https://ehp.niehs.nih>

gov/doi/full/10.1289/ehp.8284

13. Sorci G, Loiseau C. Should we worry about the accumulation of microplastics in human organs? *eBioMedicine*. 2022;82:104191. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ebiom.2022.104191>

14. Prata JC, da Costa JP, Lopes I, Duarte AC, Rocha-Santos T. Environmental exposure to microplastics: An overview on possible human health effects. *Sci Total Environ*. 2020;702:134455. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134455>

15. Zheng H, Vidili G, Casu G, Navarese EP, Sechi LA, Chen Y. Microplastics and nanoplastics in cardiovascular disease—a narrative review with worrying links. *Front Toxicol*. 2024;6:1479292. doi: 10.3389/ftox.2024.1479292

16. Flaws J, Damdimopoulou P, Patisaul HB, Gore A, Raetzman L, Vandenberg LN. *Plastics, EDCs & Health: A Guide for Public Interest Organizations and Policy-Makers on Endocrine Disrupting Chemicals & Plastics*. Endocrine Society and IPEN; Diciembre 2020.

17. Zhu L, Zhu J, Zuo R, Xu Q, Qian Y, An L. Identification of microplastics in human placenta using laser direct infrared spectroscopy. *Sci Total Environ*. 2023;856:159060. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969722061599>

18. Akanyange SN, Lyu X, Zhao X, Li X, Zhang Y, Crittenden JC, et al. Does microplastic really represent a threat? A review of the atmospheric contamination sources and potential impacts. *Sci Total Environ*. 2021;777:146020. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969721010871>

19. Bennett ER, Panagiotakis I. *Microplastic in the Environment: Pattern and Process*. Environmental Contamination Remediation and Management. Cham: Springer; 2022. ISBN: 978-3-030-78627-4. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/978-3-030-78627-4>.

20. Ruíz-Santoyo V, Cruz-Mérida J, García Carvajal S, Arenas Arrocena MC. Microplásticos y nanoplasticos: una amenaza para la salud humana y el medio ambiente. *Mundo Nano*. 2025;18(34):1e-26e. Disponible en: <https://doi.org/10.22201/ceich.24485691e.2025.34.69832>

21. Gamarra-Jiménez AI, Salazar-Sánchez MR. Microplásticos en cuerpos de agua continentales: Revisión de literatura sobre impactos y estrategias de mitigación desde la perspectiva de la ingeniería agroindustrial. *BISTUA Rev FCB*. 2024;22(1). Disponible en: <https://doi.org/10.24054/bistua.v22i1.2901>

22. Anand U, Dey S, Bontempi E, Ducoli S, Vethaak AD, Dey A, et al. Biotechnological methods to remove microplastics: a review. *Environ Chem Lett*. 2023;21(3):1787-810. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s10311-022-01552-4>

23. Veluru S, Ramakrishna S. Biotechnological approaches: degradation and valorization of waste plastic to promote the circular economy. *Circular Economy*. 2024;3(1):100077. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.cec.2024.100077>

24. Bollaín Pastor C, Vicente Agulló D. Presencia de microplásticos en aguas y su potencial impacto en la salud pública. *Rev Esp Salud Pública*. 2019;93:e201908064. Disponible en: <https://www.scielo.org/article/resp/2019.v93/e201908064/>

25. Marturano V, Cerruti P, Ambrogi V. Polymer additives. *Phys Sci Rev*. 2017;2. Disponible en: <https://doi.org/10.1515/psr-2016-0130>

26. Shen M, Zeng Z, Song B, Yi H, Hu T, Zhang Y, et al. Neglected microplastics pollution in global COVID-19: Disposable surgical masks. *Sci Total Environ*. 2021;790:148130. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.148130>

27. Perilla-Portilla FE, Quiroz Ortega JF. Microplásticos, una amenaza invisible para la salud humana y ambiente. *Rev Cubana Salud Pública*. 2023;49(4):e18019. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/380397868>

FINANCIACIÓN

Ninguna.

CONFLICTO DE INTERESES

Ninguno.

CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA

Conceptualización: Estefanía Denise Wolfenson, Cristina Angelica Bustos.

Redacción - borrador original: Estefanía Denise Wolfenson, Cristina Angelica Bustos.

Redacción - revisión y edición: Estefanía Denise Wolfenson, Cristina Angelica Bustos.