

M-30**Impacto de micro- y nano-plásticos en salud ambiental: ¿una amenaza?**

Cinta Porte Visa

Departamento de Química Ambiental. IDAEA - CSIC. Barcelona
cpvqam@cid.csic.es**INTRODUCCIÓN**

La creciente contaminación ambiental por materiales plásticos es fuente de preocupación social y está bajo el foco de atención de las autoridades de todo el mundo. Tradicionalmente, los polímeros plásticos no se han considerado sustancias de riesgo para la salud al ser generalmente de naturaleza inerte y considerarse poco probable que fueran absorbidos por los organismos debido a sus grandes tamaños moleculares. Los polímeros plásticos son actualmente una de las familias de materiales más utilizadas en nuestra vida diaria. Su incesante producción (364 toneladas / año en la actualidad), y deficiente reciclado, ha dado lugar a una masiva acumulación en el medio ambiente, donde la degradación gradual de estos materiales plásticos o macroplásticos puede dar lugar a la formación de microplásticos (MPs; <5 mm); y en teoría, es posible que estos se degraden aún más a nanoplasticos (NPs; <1 000 nm). Además, algunas formas de MPs y NPs también son fabricados a propósito y utilizados como biosensores, en el campo de la fotónica, electrónica, medicina y cosmética, entre otros, lo que facilita su emisión directa al medio ambiente.

La liberación continua de plástico al medio ambiente ha acabado teniendo un impacto negativo en la calidad del agua de lagos, ríos y océanos, así como ecosistemas terrestres, pero nuestro conocimiento de cómo las partículas plásticas se comportan en los diferentes compartimentos ambientales es todavía escaso¹. Una fracción importante de estas partículas se origina a partir de la descomposición de la basura macroplástica o se libera durante el uso del producto (por ejemplo, fibras de textiles o desgaste de neumáticos), y conceptualmente, no hay ninguna razón por la que estas partículas no puedan continuar fragmentándose hasta el rango de tamaño nanométrico. Por lo tanto, la contaminación plástica debería considerarse como un continuo de macroplásticos a MPs a NPs². El diferente tamaño de las partículas implica diferentes propiedades, en términos de destino, transporte e interacción con los seres vivos, y conlleva la necesidad de utilizar diferentes herramientas analíticas y capacidades para detectarlas y caracterizarlas. Así, evaluar el impacto de NPs en medio ambiente y salud humana, puede ser totalmente diferente a evaluar el impacto de macroplásticos o MPs¹.

CONTAMINANTES EMERGENTES

El término contaminantes emergentes se utiliza para describir los contaminantes que han sido detectados en el medio ambiente, que pueden causar efectos adversos sobre los ecosistemas o la salud humana, y que por lo general no están regulados por las leyes ambientales vigentes. Los MPs, entendidos como fragmentos de plástico <5 mm de tamaño, son actualmente considerados como contaminantes emergentes, y constituyen una mezcla heterogénea de polímeros, tamaños y formas, asociados a diversos compuestos químicos utilizados como aditivos (p.ej. ftalatos, nonifenoles, bisfenol A (BPA), retardantes de llama) y a diversos contaminantes hidrofóbicos adsorbidos en su superficie². Más allá del propio polímero, los plastificantes, añadidos al polímero para mejorar sus propiedades, y sus metabolitos se han detectado en el medio ambiente durante décadas, y muchos de ellos han sido descritos como disruptores endocrinos (BPA o ftalatos), y han sido prohibidos o están regulados².

La presencia de MPs se ha descrito prácticamente en cada lugar donde han sido muestreados, desde lagos de alta montaña al hielo del Ártico o los fondos oceánicos³. Se han detectado en el aire que respiramos, en el agua de bebida y en los alimentos. Características como su baja densidad (a menudo similar a la del agua), elevada persistencia y diversidad de tamaños y de formas, y composición polimérica, los convierte en partículas únicas. Sin embargo, debido a las dificultades de muestreo y análisis del plástico particulado, y la diversidad de métodos utilizados para analizarlos y muestrearlos que dificultan la comparabilidad entre los diferentes estudios realizados, es realmente difícil evaluar la magnitud de la exposición humana o ambiental a estos MPs. El problema se agrava aún más a la hora de describir la exposición a NPs, entendidos como partículas de tamaño inferior a 1 000 nm y de los que prácticamente se desconocen sus propiedades físico-químicas y en qué medida procesos de disolución, fragmentación y degradación pueden contribuir a su eliminación¹.

TOXICIDAD

La omnipresente presencia de MPs y NPs en el medio ambiente y en productos de consumo inevitablemente da

como resultado la exposición humana a estas partículas a través de tres vías principales: inhalación, ingestión y absorción a través de la piel. Una vez en el interior del organismo, en especial los NPs por su pequeño tamaño, pueden llegar y penetrar en órganos como el cerebro y la placenta, y alterar su funcionamiento⁴. Se ha descrito también la acumulación de partículas plásticas en los organismos acuáticos y su presencia en la cadena trófica. A nivel de individuo, los MPs pueden afectar la alimentación, reproducción, crecimiento, movilidad y desarrollo embrionario, entre otros. A nivel celular/tisular, se ha descrito aumento de estrés oxidativo, procesos de inflamación, disminución de la estabilidad lisosomal, daños a nivel de DNA y neurotoxicidad⁴. Los mecanismos que dan lugar a estos efectos a menudo se desconocen, pero se ha descrito que los MPs pueden causar daño físico al adsorberse y agregarse en la superficie de organismos y tejidos, reduciendo o impidiendo la ingesta y en ocasiones restringiendo la movilidad. La severidad de estos efectos depende de las propiedades de los MPs, su concentración y el tiempo de exposición⁴.

Para el caso de NPs, se dispone únicamente de información obtenida en experimentos realizados con partículas fabricadas, principalmente esferas de poliestireno de tamaño submicrométrico. La toxicidad de NPs en condiciones ambientalmente realistas, es difícil de abordar, porque características toxicológicamente relevantes, como tipo de polímero, forma, rango de tamaños, área, volumen, superficie química, biopersistencia y potencial zeta, se desconocen para los NPs ambientales.

A nivel de salud humana, no hay estudios que muestren una vinculación clara entre exposición a MPs/NPs y efectos sobre la salud. Sin embargo, sí se dispone de estudios que confirman la bioacumulación de MPs/NPs en distintos órganos (hígado, bazo, riñón, cerebro, intestino y placenta) después de administración oral o intravenosa en animales de experimentación (tamaños 40 nm a 50 µm), con diversos efectos a nivel de alteraciones intestinales, alteraciones del sistema inmune o de la calidad del esperma entre otros⁵. Se ha demostrado que NPs de poliestireno pueden atravesar la barrera gastrointestinal tanto *in-vitro* en modelos humanos, como en organismos acuáticos. Pero estos estudios se han realizado con partículas de poliestireno y no con muestras ambientales reales, en las que polímeros, como polipropileno, polietileno, o polietileno tereftalato, son los más abundantes. Además, las concentraciones utilizadas en los estudios parecen *a priori* muy elevadas, mucho mayores que las concentraciones ambientales detectadas.

Futuros estudios deberían tener en cuenta las condiciones reales de exposición, incluir una gama completa de formas, tamaños y composición polimérica, y afrontar una serie de desafíos, tales como la realización

de experimentos de exposición crónica, estimación de la exposición diaria en poblaciones humanas, identificación de poblaciones con baja y alta exposición, así como el desarrollo de herramientas analíticas más sofisticadas que permitan medir con más precisión las características y concentraciones de MPs/NPs en el medio ambiente, biota y tejidos humanos.

REFERENCIAS

1. Koelmans AA, Redondo-Hasselerharm PE, Nor NHM, de Ruijter VN, Mintenig SM, Kooi M. Risk assessment of microplastic particles. *Nat. Rev. Mater.* 2022; 7:138–52.
2. Mitrano DM, Wick P, Nowack B. Placing nanoplastics in the context of global plastic pollution. *Nat. Nanotechnol.* 2021; 16:491–500.
3. Materić D, Ludewig E, Brunner D, Röckmann T, Holzinger R. Nanoplastics transport to the remote, high-altitude Alps. *Environ. Pollution.* 2021; 288:117697.
4. 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.
5. Shi Q, Tang J, Liu R, Wang L. Toxicity in vitro reveals potential impacts of microplastics and nanoplastics on human health: A review. *Crit. Rev. Environ. Sci. Technol.* 2021.