

La polución plástica y el peligro invisible.

Jorge Arturo Reyes Bonilla
SEPI ESIME Zacatenco
jreyesb@ipn.mx
<https://orcid.org/0000-0002-4618-8681>

Resumen— En este escrito se exponen hechos relevantes que evidencian el nivel de contaminación del planeta, por los desechos plásticos, que ha llevado a daños externos e internos de muchas especies animales; pero se insiste, en los llamados micro y nano plásticos (MNPLs), cuya absorción se va acumulando en los tejidos de diversos órganos de humanos y otras especies. Se hace mención de las técnicas utilizadas para probar la presencia de los MNPLs en diversos órganos, en particular de humanos.

Palabras Clave — Polución plástica, microplásticos, nanoplásticos, espectrometría.

Abstract- This paper presents relevant facts that show the level of pollution of the planet by plastic waste, which has led to external and internal damage to many animal species; but it insists on the so-called micro and nano plastics (MNPLs), whose absorption is accumulating in the tissues of various organs of humans and other species. Mention is made of the techniques used to prove the presence of MNPLs in various organs, particularly in humans

I. INTRODUCCIÓN

Estamos rodeados de plásticos, se calcula entre 15 trillones, las piezas de plástico en océanos del mundo.

Para darnos una idea de la magnitud del problema, desde hace años se sabe que las corrientes oceánicas han arrastrado plásticos y conformado “islas”, de las cuales se sabe que hay al menos siete; la mayor isla de basura plástica, se halla en el Pacífico norte a mil kilómetros de Hawái, consta de 1800 millones de piezas de plástico y su peso es de al menos 79 mil toneladas, con un área de 1.6 millones de km². [1]

Lo sorprendente es la inacción de entidades como la ONU para decretar la limpieza oceánica, ya que se sabe que estas islas de basura plástica se han formado desde hace varias décadas. Ya en 1988 se predecía este problema cuando The National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), realizó estudios midiendo los residuos plásticos en el océano Pacífico, hasta que en 1997 se documentó la primera isla de basura plástica por el oceanógrafo Charles Moore.

La “isla” forma parte de la llamada Gran Mancha de Basura del Pacífico (Great Pacific Garbage Patch), también conocida como vórtice de basura del Pacífico y que comprende la mancha

de basura del oeste, cerca de Japón y la mancha de basura del este, entre Hawái y el estado de California (EUA). Es una zona de convergencia del agua caliente del sur del pacífico y del agua fría proveniente del ártico, lo que provoca movimiento de los escombros de una mancha a otra.

El origen de la basura oceánica, son los ríos contaminados, alcantarillado, vertederos de desechos sólidos y actividad industrial sin control.

La más evidente afectación a las diversas formas de vida, es por la ingesta de trozos de material plástico, entre ellas las tapas de botellas, pero también al quedar atrapadas o enredadas en ropa y redes de pesca abandonadas; las lesiones internas y externas llevan a la muerte por inanición y heridas a peces, tortugas, delfines, aves marinas, etc. [2]

Pero otro aspecto menos evidente es la toxicidad debida a los microplásticos, los cuales afectan a los consumidores de diversas cadenas alimenticias.

II. METODOLOGÍA/DESARROLLO

Una clasificación de los plásticos es la siguiente: PET (Tereftalato de Polietileno), el plástico más común usado en la producción de botellas de refrescos; HDPE (Polietileno de alta densidad) usado para producir garrafas y bolsas de plástico; PVC (Polivinilo) para la fabricación de juguetes, tuberías, mangueras; PE (Polietileno) del cual hay de baja, alta densidad y el de baja densidad lineal LDPE, éste último se usa en botellas de agua; PP (Polipropileno) utilizado en la fabricación de envases de mantequilla y yogures; PS (Poliestireno) material empleado en la fabricación de envases desechables de bebidas calientes; Otros plásticos y materiales compuestos, como el policarbonato, es utilizado en la producción de biberones y jeringas.

Algunos de los plásticos pueden ser reciclados y otros no; sin embargo hay que tomar en cuenta su degradación, pues de los residuos plásticos por su peligrosidad, destacan los microplásticos, los cuales son aquellas partículas de menos de 5 mm, que pueden ser creados intencionalmente para fabricar productos plásticos o ser liberados al ambiente por degradación de los éstos; por ejemplo, por el rozamiento de neumáticos en

las vías de comunicación, degradación química, lavado de textiles sintéticos. [3]

Un ejemplo de microplásticos son las “microperlas” (microbeads), de polietileno y adicionadas (sin informar a los consumidores) a productos exfoliantes y de belleza e incluso se han añadido a pastas de dientes.

Estos microplásticos pasan los sistemas de filtración de agua y llegan al océano o a los lagos, siendo potencialmente dañinos para diversas formas de vida acuática.

Una clase especial de microplásticos son los *nanoplásticos* de 1 a 1000 nm (1 nm = 0.001 μ m); por su tamaño pueden ser ingeridos por organismos uni y pluricelulares, entrando con ello a las cadenas alimenticias, además del daño que pueden causar por sí mismos, también absorber contaminantes peligrosos.

La contaminación por plásticos, es tal, que se le ha hallado en humanos en diversos órganos; en un estudio realizado en cerebros de personas fallecidas, se encontró que los tejidos cerebrales albergaban una mayor proporción de polietileno comparado con la composición de plásticos en el hígado y riñón. Es de observarse que las más altas concentraciones de micro y nano plásticos (MNPLs), se hallaron en quienes se documentó el diagnóstico de demencia, de acuerdo a la investigación de Nihart y et al, del departamento de ciencias farmacéuticas de la Universidad de Nuevo México [4]

Las técnicas utilizadas involucran microscopio con espectrofotómetro; esto es un microscopio con las competencias analíticas de un espectrofotómetro de rango UV-visible-NIR, tal microscopio puede ser utilizado para medir el espectro de áreas de muestras microscópicas desde el ultravioleta profundo (UV), hasta la región del infrarrojo cercano (NIR). Con esta herramienta se ha logrado identificar partículas en pulmón, intestino y placenta, pero se limita a partículas mayores de 5 μ m, por lo que se ha procedido a la utilización de cromatografía de gases por pirólisis y espectrometría de masas (Py-GC-MS), método de análisis químico en el que las muestras se introducen en un entorno calentado anaeróticamente, descomponiéndose en fragmentos más pequeños (compuestos estables), mediante degradación térmica controlada, para ser analizadas por GC/MS.

Otra técnica utilizada es Espectroscopía Infrarroja por Transformada de Fourier (Reflectance-Fourier Transform Infrared, FTIR), la cual usa radiación infrarroja para analizar materiales, en la muestra parte de la radiación se absorbe y otra es reflejada. Con el FTIR se obtienen un espectro con picos que son como la huella dactilar de una estructura molecular.,

La aplicación del FTIR a permitido detectar la presencia de rayón, poliestireno, polietileno entre otras partículas en placenta. Algo realmente sobrecogedor es saber que las 62 muestras de placentas de humanos estudiadas, por el grupo de investigadores encabezados por Marcus A. García de la Universidad de Nuevo México, todas tenían concentraciones de MNPLs que iban de 6.5 a 685 μ g por gramo de tejido placentario. [5]

Surgen aquí preguntas, sobre el grado de contaminación que presentan los recién nacidos en diversas partes del mundo y las

consecuencias en el desarrollo neuro motriz debido a la presencia de partículas plásticas en diversos órganos, pero principalmente en cerebro. ¿Tendrá la contaminación por MNPLs algo que ver con que en algunas comunidades, exista presencias de individuos con evidente mal funcionamiento neuromuscular?

En investigaciones realizadas por Hu y et al, de la Universidad de Nuevo México, también utilizando Py-GC-MS, han podido caracterizar y cuantificar 12 tipos de microplásticos en testículos de perros y humanos, sus resultados compaginados con métodos estadísticos han podido hallar correlaciones negativas entre polímeros específicos como PVC y PET y el peso normal; las proporciones de los principales polímeros hallados son semejantes siendo el PE el dominante. Hallaron también que los niveles medios totales de microplásticos fueron 122,63 μ g/g en perros y 328,44 μ g/g en humanos; es decir que los humanos mostraron mayores niveles de contaminación por microplásticos.[6]

Los MNPLs se han hallado en el torrente sanguíneo y múltiples tejidos humanos, perturbando el funcionamiento normal de los órganos; el paso a la circulación sanguínea se debe entre otros factores a los suministros médicos; entrado a la sangre los MNPLs, pueden ir a cualquier parte del organismo, pueden traspasar la barrera hematoencefálica y penetrar a los tejidos.

Estudiando precisamente el tejido cerebral de ratones vivos, los investigadores encabezados por Haipeng Huang del Laboratorio Estatal de Criterios Ambientales y Evaluación de Riesgos de Beijing, China y usando la microscopía de excitación de dos fotones, técnica de proyección de imagen fluorescente que permite observar tejido vivo, pudieron observar microplásticos en los vasos sanguíneos en el cortex cerebral de ratón estando éste despierto. Observaron fagocitosis de partículas por neutrófilos y macrófagos, obstruyendo dependiendo del tamaño de la partícula ingerida, los vasos sanguíneos y consecuentemente provocando embolia vascular, por la insuficiente irrigación cerebral, lo que da lugar a perturbación de la actividad cerebral y discapacidad cognitiva en el ratón.[7]

Los estudios también han mostrado un aumento creciente de la presencia de plásticos en tejidos, al hacer comparativos históricos; ello es un indicativo de que las fuentes de contaminación han aumentado o se han logrado mejorar las técnicas de detección en tejidos.

Una fuente ya comprobada de contaminación por MNPLs son las hasta ahora consideradas inofensivas bolsitas de té, las cuales liberan millones de MNPLs; estas bolsas son fabricadas a partir de i) ácido poliláctico (PLA), un polímero con propiedades semejantes al PET, ii) nylon-6 (NY6), iii) polipropileno (PP); las bolsas no tejidas (PT-PP) fueron menos estables que las bolsas tejidas (nylon-6). Los resultados de estudios muestran que las bolsas con nylon-6, liberan menos cantidades de MNPLs (8.18 $\times 10^6$ partículas/mL), las bolsas de PP (1.20 $\times 10^9$ partículas/mL), pero el hecho es que liberan contaminantes plásticos.[8]

III. CONCLUSIONES

El ecosistema global se halla en peligro, las micro y nano partículas que se han liberado, están afectando ya a numerosas especies, la utilización de cromatografía de gases por pirólisis acoplada a la espectrometría de masas Py-GC-MS), el microscopio con espectrofotómetro, la espectrometría infrarroja por transformada de Fourier (FTIR) y la microscopía de dos fotones, han demostrado ser útiles para el descubrimiento de fuentes de micro y nano partículas.

Deben tomarse medidas que lleven al reemplazo de empaques y embalajes basados en plásticos de productos sobre todo alimenticios, bebidas y fuentes de agua. Así como la acción de las naciones para eliminar la basura plástica.

REFERENCIAS

- [1] Lebreton, L., Slat, B., Ferrari, F. *et al.* Evidence that the Great Pacific Garbage Patch is rapidly accumulating plastic. *Sci Rep* **8**, 4666, 2018. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-22939-w>
- [2] Harse, Grant A. Plastic, the Great Pacific Garbage Path, and international misfires at a cure. *UCLA Journal of Environmental Law and Policy*, 29(2), pp.331-363, 2011. <http://10.5070/L5292019968>
- [3] Horton, Alice A.; Dixon, Simon J. Microplastics: An introduction to environmental transport processes *WIREs Water* 5:e1268, 2018. <https://doi.org/10.1002/wat2.1268>
- [4] Nihart, A.J., Garcia, M.A., El Hayek, E. *et al.* Bioaccumulation of microplastics in decedent human brains. *Nat Med*, 2025. <https://doi.org/10.1038/s41591-024-03453-1>
- [5] Garcia, M. A. *et al.* Quantitation and identification of microplastics accumulation in human placental specimens using pyrolysis gas chromatography mass spectrometry. *Toxicol. Sci.* 199, 81–88, 2024. <https://doi.org/10.1093/toxsci/kfae021>
- [6] Hu CJ; *et al.* Microplastic presence in dog and human testis and its potential association with sperm count and weights of testis and epididymis. *Toxicol Sci.* Aug 1; vol 200 no 2, pp. 235-240, 2024. <https://doi.org/10.1093/toxsci/kfae060>
- [7] Huang, Hainpeng; *et al.* Microplastics in the bloodstream can induce cerebral thrombosis by causing cell obstruction and lead to neurobehavioral abnormalities. *Science Advances* Vol 11 No. 4. 2025 <https://doi.org/10.1126/sciadv.adr8243>
- [8] Banaei, Gooya; *et al.* Teabag-derived micro/nanoplastics (true-to-life MNPLs) as a surrogate for real-life exposure scenarios. *Chemosphere* vol 368, 2024. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2024.143736>

El autor declara no tener conflicto de intereses