



MICROPLÁSTICOS: PEQUEÑOS Y UBICUOS CONTAMINANTES CON GRANDES IMPACTOS NEGATIVOS EN EL MEDIO AMBIENTE

Posted on 16 agosto, 2020

Tag: [Volumen 6 - Número 1](#)

En julio de 2008, Disney Pixar sorprendía al mundo con WALL·E[®], una película que de manera indirecta retrataba el impacto del paso de la humanidad por nuestra Tierra. WALL·E, el protagonista de la cinta, es un pequeño robot que vive en siglo XXIX y que tiene como misión compactar la basura generada por el consumismo desenfrenado y la negligencia ambiental de los humanos que vivieron en la Tierra siglos atrás.

En esta inusual e histórica entrega de Pixar, se nos muestra una Tierra inhabitada, cubierta de todo tipo de residuos derivados de las actividades antropogénicas. Aunque para muchos de los espectadores esta concepción de un posible futuro de la Tierra pertenecía más a la ciencia ficción que a la realidad, en muchas partes del planeta los espacios llenos de residuos son la normalidad, no la excepción. En la India existen ríos como el Ganges o el Indo, los cuales transportan una gran cantidad de residuos plásticos (Moncada Lorén, 2018). En el océano Pacífico, se encuentra el continente de plástico o isla de basura, una zona donde las corrientes del giro oceánico del Pacífico Norte han acumulado una inmensa cantidad de basura marina en una superficie estimada de 3 veces la superficie de Francia (The Ocean Cleanup, 2020). En México, miles de personas sobreviven gracias a su trabajo como recolectores en rellenos sanitarios, donde inmensas cantidades de residuos provenientes de las grandes ciudades son descargados cada día.

La mayoría de nosotros estamos acostumbrados a vivir en comunidades donde los residuos generados desaparecen cada semana de manera casi automática, con tan sólo colocarlos en los contenedores. Por lo tanto, es muy difícil que nos percatemos de la gran cantidad de residuos que generamos diariamente. Más importante, muchas personas aún no son conscientes que, aunque los residuos generados desaparecen de nuestra vista, no se desvanecen de nuestro mundo como por arte de magia, sino que se quedan aquí acompañándonos, muchos de ellos, toda una vida. Como nos dice la Ley de la Conservación de la Materia, "la materia no se crea ni se destruye, sólo se transforma".

En México, el censo más reciente indica que diariamente se recolecta casi un kilo (854 gramos) de residuos sólidos por persona (INEGI, 2020).

Cabe destacar que el problema de los residuos no es intrínseco a su naturaleza. Es decir, un residuo no constituye un problema en sí. El asunto derivado de los residuos es nuestra actitud hacia ellos. En otras palabras, los residuos no son malos, son parte del proceso productivo o del ciclo de vida de muchos productos necesarios para el desarrollo y bienestar humano. El problema es lo que hacemos con tales residuos. Un buen ejemplo de esta situación lo constituyen los residuos plásticos.

El plástico y sus residuos

El plástico es un polímero orgánico sintético derivado de la polimerización de monómeros extraídos del petróleo o gas. Debido a su bajo costo, baja densidad, durabilidad y aislamiento térmico y eléctrico, es ideal para aplicaciones comerciales, medicinales, industriales e ingenieriles. Sin embargo, como el lector probablemente sabrá, la palabra plástico ahora parece ser representada por la frase "enemigo del ambiente".

Aunque el plástico no es en sí un enemigo sino un aliado para la conservación del ambiente (cuando es usado y desechado de manera adecuada), sus residuos sí están causando serios daños a la biosfera. Se estima que desde 1950 se han producido globalmente 8 mil 300 millones de toneladas métricas de plástico (Geyer, Jambeck, & Law, 2017). Como la mayoría de los plásticos tienen una vida útil relativamente corta, se convierten fácilmente en residuos. Existen diferentes estrategias para tratar los residuos plásticos: el reciclaje, la incineración y la disposición en rellenos sanitarios. En el ámbito global, se estima que sólo 9% de plástico consumido es reciclado (Geyer et al., 2017). El reciclaje sólo retarda la disposición final y los plásticos obtenidos presentan características económicas y tecnológicas limitadas. La incineración genera impactos al ambiente y a la salud. Por ejemplo, si no se realiza a la temperatura adecuada, la incineración de plásticos que contienen cloro genera sustancias químicas tóxicas, las cuales provocan cáncer. En los rellenos sanitarios, el plástico ofrece una alta resistencia a la degradación por microorganismos y por lo tanto persiste largos periodos.

Cuando estos residuos no son desechados de manera adecuada, causan un amplio espectro de consecuencias negativas cuya gravedad depende principalmente del medio donde fueron desechados y el tamaño de las piezas plásticas convertidas en residuos. De manera general, podemos clasificar a los residuos plásticos en dos grandes grupos. El primero, constituido por los plásticos de grandes dimensiones, causan problemas que afectan de manera directa a la sociedad y el medio ambiente. Por ejemplo, en las ciudades, los residuos de grandes dimensiones son capaces de obstruir alcantarillas, causando inundaciones durante las épocas de lluvias (Figura 1).



Figura 1. Alcantarillas obstruidas con residuos en Nuevo León, México.

Durante el paso de huracanes, cuerpos de agua como la Presa de la Boca en Nuevo León (México), se convierten en recolectores de toneladas de basura, mucha de la cual está constituida por residuos plásticos (Rodríguez, 2020). Se ha demostrado que estos residuos, cuando permanecen expuestos en ambientes acuáticos o terrestres por largos períodos, producen gases de efecto invernadero, contribuyendo al cambio climático (Royer, Ferron, Wilson, & Karl, 2018). Cuando se incorporan a los ecosistemas terrestres y acuáticos, los residuos plásticos de grandes dimensiones (como por ejemplo redes de pesca y anillos de latas) causan el enredo y asfixia de la fauna. Tristemente, muchos organismos marinos como tortugas, ballenas y aves marinas, por mencionar algunos, confunden a los residuos plásticos en los mares y océanos con su alimento habitual. Al ser consumidos por estos organismos, estos residuos obstruyen el tracto digestivo, causando su muerte por asfixia. Además, su consumo regular provoca la desnutrición y muerte por inanición de muchos organismos marinos.

El segundo grupo, constituido por piezas de plástico muy pequeñas, pasa casi desapercibido en muchos ambientes terrestres y marinos. Estos pequeños fragmentos, definidos por la Organización de las Naciones Unidas (ONU) como microplásticos, tienen diámetros menores o iguales a 5 mm y se pueden presentar en forma de fragmentos, hojuelas, fibras, películas y esferas (Figura 2).

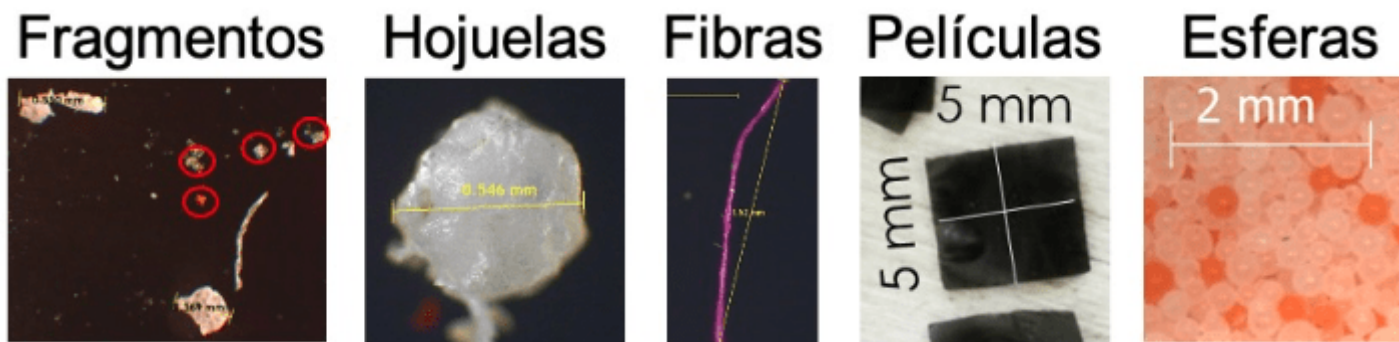
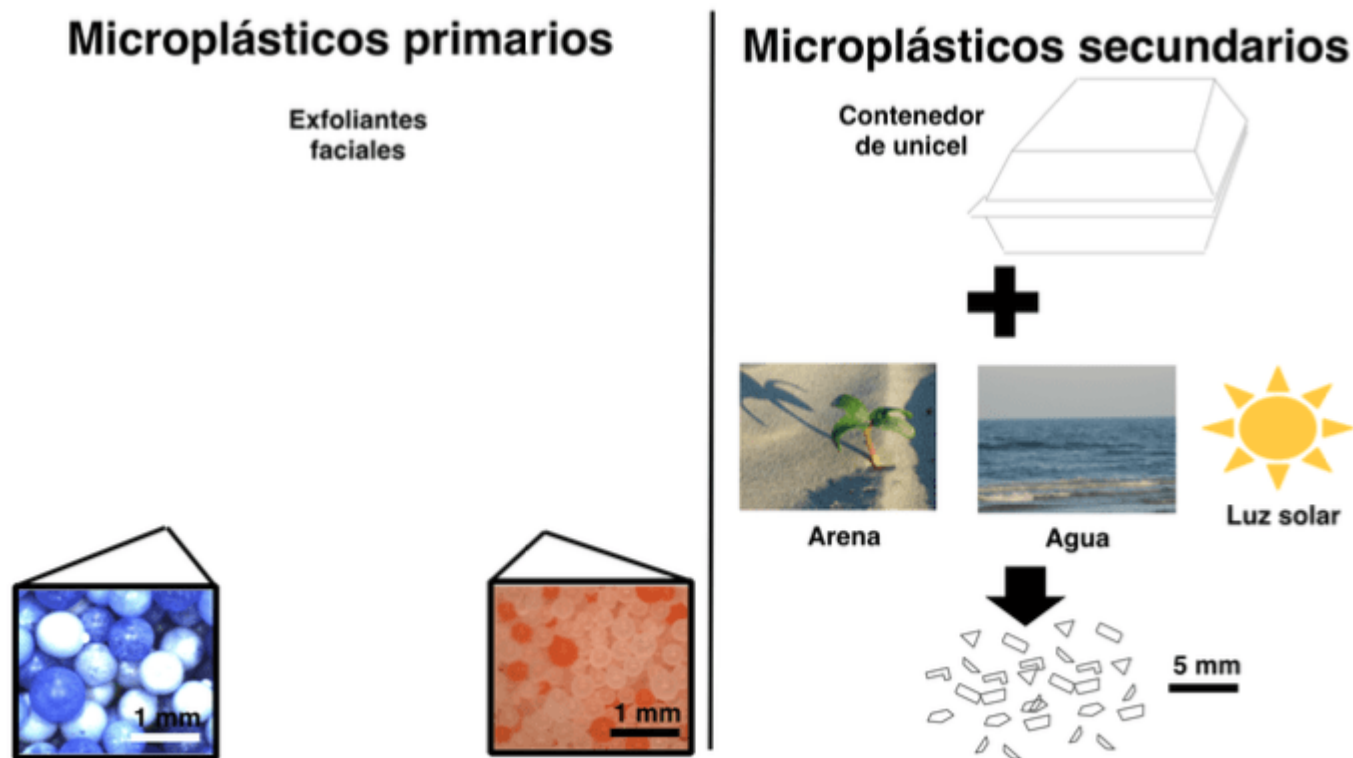


Figura 2. Formas de los microplásticos.

Los microplásticos se clasifican en dos tipos según su origen. Los microplásticos primarios son fabricados en ese tamaño y se usan en cosméticos, productos de higiene personal, pinturas y abrasivos. Por ejemplo, microplásticos primarios de polietileno (PE) se usan como material abrasivo en exfoliantes faciales (ver Figura 3).



Fig

Figura 3. Microplásticos primarios y secundarios

Los microplásticos secundarios son pequeñas piezas que se originan por la fragmentación mecánica de plásticos de grandes dimensiones. Por ejemplo, si un contenedor de unicel es desechado de manera inadecuada en una playa, la arena, la luz solar y el agua pueden fragmentarlo hasta convertirlo en microplásticos (Figura 3). Otro ejemplo de microplásticos secundarios lo constituyen las fibras sintéticas de nylon y poliéster que se desprenden de las prendas de vestir después de cada ciclo de lavado (Napper & Thompson, 2016).

Se han encontrado microplásticos compuestos por polietileno (PE), poliestireno (PS), cloruro de polivinilo (PVC), tereftalato de polietileno (PET), nylon y poliéster en diferentes ambientes localizados alrededor del planeta (Auta, Emenike, & Fauziah, 2017). Tal vez pudiera pensarse que el daño de los microplásticos al ser humano y al medio ambiente podría estar limitado debido a sus pequeñas dimensiones. La realidad es completamente distinta. Actualmente la contaminación por microplásticos es considerada ubicua y se ha documentado una amplia variedad de impactos negativos importantes en el medio ambiente.

Microplásticos en ambientes acuáticos

Se ha reportado la presencia de microplásticos en ríos, lagos, arroyos, aguas subterráneas, presas, áreas costeras, playas, mares, océanos y hasta en el hielo que se derrite en el océano Ártico (Auta et al., 2017; Obbard et al., 2014). Se sabe que los microplásticos viajan desde los lugares donde son producidos o utilizados hacia los cuerpos de agua donde son hallados. Por ejemplo, los microplásticos secundarios generados por la fragmentación de los residuos plásticos de grandes dimensiones que obstruyen alcantarillas, terminan en los sistemas de drenaje pluvial. Los microplásticos provenientes de cosméticos o del lavado de prendas de vestir son introducidos en los sistemas de drenaje domésticos y terminan formando parte de los efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales (PTARs). Aunque algunos estudios han demostrado que las PTARs convencionales son capaces de remover hasta el 99% de los microplásticos presentes en los efluentes contaminados, éstas se consideran fuentes de emisión de este tipo de contaminantes hacia el medio ambiente debido a los siguientes motivos:

- El gran volumen de los efluentes que son tratados y descargados continuamente al ambiente.
- Una parte de los microplásticos removidos terminan en el agua rechazada, por lo que son procesados de nuevo y durante el proceso pueden fragmentarse en piezas más pequeñas llamadas nanoplásticos (diámetro < 1000 nm), los cuales terminan siendo descargados en ambientes acuáticos.
- La mayoría de los microplásticos removidos en las PTARs terminan en los lodos residuales, los cuales son frecuentemente utilizados como fertilizantes en la industria agrícola, por lo que se reincorporan en el medio ambiente.

Una vez presentes en sistemas acuáticos, los microplásticos son intercambiados por alimento por la fauna marina. Por ejemplo, se sabe que los microplásticos son consumidos por los organismos de los niveles más inferiores de la cadena trófica (plancton y otros organismos pequeños) (Carbery, O'Connor, & Palanisami, 2018). Como los microplásticos no son metabolizados por sus sistemas digestivos, se transfieren de una especie a otra por toda la cadena trófica (fenómeno llamado bioacumulación), llegando hasta especies de consumo humano como peces, crustáceos y moluscos (Carbery et al., 2018).

Por sí mismos, los microplásticos causan falsa saciedad y obstrucción del tracto digestivo de la fauna que lo consume. Esto puede derivar en su muerte por inanición o asfixia. Además, se sabe que causan la irritación de mucosas, complicaciones durante la reproducción y reducción de la tasa de crecimiento de los organismos marinos (de Souza Machado, Kloas, Zarfl, Hempel, & Rillig, 2018). Sin embargo, las consecuencias negativas de los microplásticos en ambientes marinos no terminan ahí. También causan problemas indirectos como el consumo de sustancias tóxicas por parte de organismos marinos y la propagación de especies invasoras.

Existe evidencia que establece que son capaces de adsorber en su superficie compuestos químicos tóxicos conocidos como contaminantes orgánicos persistentes (COPs) (Auta et al., 2017). La bioacumulación de los microplásticos y su capacidad de adsorción de COPs, derivan en que se comportan como vectores de sustancias químicas tóxicas para los organismos marinos y en consecuencia, para los seres humanos. Por otra parte, se sabe que pueden recorrer grandes distancias debido a las corrientes marinas, y transportar en su superficie especies de un ecosistema a otro, convirtiéndolas en especies invasoras del nuevo ecosistema al que llegan.

Microplásticos en ambientes terrestres

Diversos estudios han demostrado que los microplásticos están presentes no sólo en ambiente acuáticos, sino también en ambientes terrestres. En suelos agrícolas, algunas fuentes de microplásticos son el acolchado agrícola y el uso de los lodos residuales de las PTARs como fertilizantes. El acolchado agrícola consiste en cubrir cultivos con una película de plástico de polietileno de baja densidad (LDPE, por su nombre en inglés) de espesor de 0.01-0.03 mm. Esta práctica reduce la cantidad de fertilizantes y agua de riego necesaria para cultivar. Sin embargo, usualmente esta película no es removida debido a las dificultades de su manejo, por lo que permanece en el suelo mientras se fragmenta lentamente en microplásticos secundarios por la acción de la luz y el calor. Como se ilustró anteriormente, los lodos residuales de las PTARs están contaminados con microplásticos y cuando se usan como fertilizantes, promueven su introducción en ambientes terrestres. Por estos motivos, se estima que los suelos agrícolas podrían estar almacenando más microplásticos que las cuencas oceánicas.

Los suelos agrícolas no son el único tipo de suelo contaminado con microplásticos. Se ha reportado que los suelos superficiales cercanos a carreteras y áreas industriales también los contienen. Se considera que sus fuentes de emisión son la abrasión de llantas y autopistas. Finalmente, se sabe que en ciudades como París o Londres existe una especie de "lluvia" de microplásticos, debido a su presencia en la atmósfera (Zhang et al., 2020).

En ambientes terrestres, los microplásticos interactúan con la fauna, alteran el ambiente geoquímico y biofísico y causan toxicidad ambiental (de Souza Machado et al., 2018). En el caso de la fauna edáfica (o fauna del suelo), alteran su condición física y función en el suelo. Por ejemplo, los colémbolos y las lombrices de tierra transportan microplásticos dentro del suelo tanto en dirección vertical como horizontal (de Souza Machado et al., 2018). En el caso de las lombrices de tierra, su interacción se asoció con cambios estructurales en sus madrigueras, un aspecto que está directamente asociado con la agregación del suelo y su función. Para el caso de los colémbolos, los cambios en el ambiente biofísico afectan su actividad, desencadenando efectos en sus microbiomas intestinales (de Souza Machado et al., 2018). Además, otros organismos terrestres como pollos, aves y mamíferos interactúan con microplásticos, los cuales propician en ellos una combinación de efectos físicos y químicos negativos.

Microplásticos en alimentos

Existen numerosos reportes que demuestran la presencia de microplásticos en alimentos de consumo humano. Productos como sal, moluscos, pescado enlatado, pollo, azúcar, miel, crustáceos y cerveza los contienen, además del agua de la llave y el agua embotellada. Recientemente, se reportó que los humanos

estamos consumiendo microplásticos a través de nuestras dietas y la inhalación de las partículas plásticas presentes en la atmósfera (Cox et al., 2019). Sus efectos potenciales en los humanos son daño físico debido a la forma de las partículas plásticas o asociados a la liberación de los aditivos de los plásticos o las sustancias tóxicas presentes en las superficies de los microplásticos.

Microplásticos en la era del COVID-19

Desde el surgimiento del COVID-19 (Corona Virus Disease 19) en Wuhan (China) en diciembre de 2019, una de las medidas que la Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda para evitar la propagación del virus, es el uso de cubrebocas. De acuerdo con las estimaciones de la OMS, cada mes se requieren aproximadamente 89 millones de cubrebocas quirúrgicos para responder a la emergencia del COVID-19. Los cubrebocas quirúrgicos desechables o de un solo uso se fabrican a partir de polímeros como polipropileno (PP), poliuretano (PU), poliacrilonitrilo (PAN), poliestireno, policarbonato (PC), polietileno o poliéster. Este tipo de cubrebocas se convierte en un residuo después de ser usado, y existe evidencia de que en muchas comunidades, los cubrebocas usados no están siendo desechados correctamente y terminan dispersos en el medio ambiente. Por lo tanto, se considera que los cubrebocas necesarios para afrontar la era del COVID-19 son una nueva fuente potencial de microplásticos contaminantes del medio ambiente (Aragaw, 2020; Fadare & Okoffo, 2020).

Estrategias para combatir la contaminación por microplásticos

México está siendo pionero en el desarrollo de tecnologías que ayuden a combatir la contaminación por microplásticos. Por ejemplo, científicos mexicanos están desarrollando procesos de degradación mediante agentes biológicos y fotocatalisis para eliminar los microplásticos presentes en ambientes terrestres y acuáticos. En la degradación bacteriana, los microorganismos utilizan a los microplásticos como fuente de alimento, por lo que son capaces de eliminarlos del ambiente (Huerta Lwanga et al., 2018). En la fotocatalisis, un óxido semiconductor interactúa con luz y genera especies químicas que son capaces de degradarlos hasta dióxido de carbono y agua (Ariza-Tarazona et al., 2020). Ambos procesos se pueden adaptar a plantas de tratamiento de agua, eliminando su entrada desde tierra adentro hacia cuerpos de agua. En el caso de la degradación bacteriana, también se puede utilizar para la remediación de suelos contaminados. Sin embargo, ambas estrategias están en las fases iniciales de estudio y requieren aún ser optimizadas para incrementar los porcentajes de eliminación y disminuir los tiempos de proceso.

Referencias

- Aragaw, T. A. (2020). *Surgical face masks as a potential source for microplastic pollution in the COVID-19 scenario*. Marine Pollution Bulletin, 159, 111517.
- Ariza-Tarazona, M. C., Villarreal-Chiu, J. F., Hernández-López, J. M., Rivera De la Rosa, J., Barbieri, V., Siligardi, C., & Cedillo-González, E. I. (2020). *Microplastic pollution reduction by a carbon and nitrogen-doped TiO₂: Effect of pH and temperature in the photocatalytic degradation process*. Journal of Hazardous Materials, 395, 122632.
- Auta, H. S., Emenike, C. U., & Fauziah, S. H. (2017). *Distribution and importance of microplastics in the marine environment. A review of the sources, fate, effects, and potential solutions*. Environment International, 102, 165–176.

- Carbery, M., O'Connor, W., & Palanisami, T. (2018). *Trophic transfer of microplastics and mixed contaminants in the marine food web and implications for human health*. *Environment International*, 115, 400-409.
- Cox, K. D., Covernton, G. A., Davies, H. L., Dower, J. F., Juanes, F., & Dudas, S. E. (2019). *Human Consumption of Microplastics*. *Environmental Science and Technology*, 53(12), 7068-7074.
- de Souza Machado, A. A., Kloas, W., Zarfl, C., Hempel, S., & Rillig, M. C. (2018). *Microplastics as an emerging threat to terrestrial ecosystems*. *Global Change Biology*, 24(4), 1405-1416.
- Fadare, O. O., & Okoffo, E. D. (2020). *Covid-19 face masks: A potential source of microplastic fibers in the environment*. *Science of the Total Environment*, 737, 140279.
- Geyer, R., Jambeck, J. R., & Law, K. L. (2017). *Production, use, and fate of all plastics ever made*. *Science Advances*, 3(7), e1700782.
- Huerta Lwanga, E., Thapa, B., Yang, X., Gertsen, H., Salánki, T., Geissen, V., & Garbeva, P. (2018). *Decay of low-density polyethylene by bacteria extracted from earthworm's guts: A potential for soil restoration*. *Science of the Total Environment*, 624, 753-757.
- INEGI. (2020). *Censo Nacional de Gobiernos Municipales y Demarcaciones Territoriales de la Ciudad de México 2019*.
- Moncada Lorén, M. (National Geographic). (2018). *Ríos de plástico*. Consultado el 10 de Agosto de 2020, en <https://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/2018/06/los-diez-rios-que-mas-plastico-vierten-los-oceanos-del-planeta>
- Napper, I. E., & Thompson, R. C. (2016). *Release of synthetic microplastic plastic fibres from domestic washing machines: Effects of fabric type and washing conditions*. *Marine Pollution Bulletin*, 112(1-2), 39-45.
- Obbard, R. W., Sadri, S., Wong, Y. Q., Khitun, A. A., Baker, I., & Thompson, R. C. (2014). *Global warming releases microplastic legacy frozen in Arctic Sea ice*. *Earth's Future*, 2(6), 315-320.
- Rodríguez, A. (2020). *Recolectan desechos en la presa de La Boca*. Consultado el 10 de Agosto de 2020, en <https://d.elhorizonte.mx/local/recolectan-desechos-en-la-presa-de-la-boca/2903739>.
- Royer, S.-J., Ferron, S., Wilson, S. T., & Karl, D. M. (2018). *Production of methane and ethylene from plastic in the environment*. *PLoS ONE*, 13(8), e0200574.
- The Ocean Cleanup. (2020). *The Great Pacific Garbage Patch | The Ocean Cleanup*. Consultado el 10 de Agosto de 2020, en <https://theoceancleanup.com/great-pacific-garbage-patch/>
- Zhang, Y., Kang, S., Allen, S., Allen, D., Gao, T., & Sillanpää, M. (2020). *Atmospheric microplastics: A review on current status and perspectives*. *Earth-Science Reviews*, 203, 103118.