

Plásticos en los océanos. Un problema global y sus soluciones

ECOSISTEMA
Revista de Educación y Medioambiente

<https://revistaecosistema.org/>

Plastics in the oceans. A global problem and its solutions

Carlos Condori Titirico

carloscondorit2@gmail.com

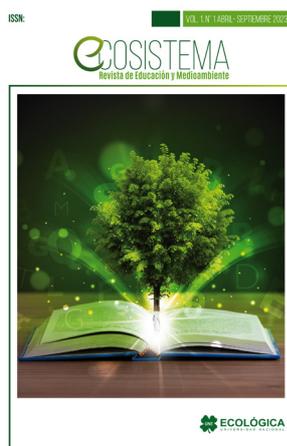
<https://orcid.org/0009-0003-6596-517X>

**Universidad Pública de El Alto, El Alto,
Bolivia**

RESUMEN

La contaminación por plásticos es una amenaza relativamente nueva, la masa de todo el plástico producido hasta el momento es dos veces superior a la biomasa combinada de todos los animales terrestres y marinos. Este estudio tiene como objetivo analizar los presupuestos sobre la contaminación causada por el plástico en los ecosistemas acuáticos como una Estrategia para la conservación del medio ambiente. Se realiza una revisión sistemática de artículos desde 2015 hasta 2021, utilizando bases de datos como Scopus, Scielo, Web of the Science y Dialnet. Los criterios de inclusión abarcaron artículos indexados, mientras que se excluyeron aquellos que no abordaban las incidencias de la problemática objeto de estudio. Los resultados muestran divergencias en las opiniones sobre la contaminación, con importantes repercusiones en la salud humana y los ecosistemas, estos hallazgos ofrecen una perspectiva valiosa para entender las áreas clave que impactan en la contaminación por plástico al océano.

Palabras clave: Contaminación; Conservación; Desechos por plásticos; Ecosistemas acuáticos; Medioambiente



Recibido: 25 de octubre 2022

Arbitrado: 10 de diciembre 2022

Aceptado: 15 de febrero 2023

Publicado: 01 de abril 2023

Ecosistema. Revista de Educación y Medioambiente
Volumen 1 | No. 1 | Abril-septiembre 2023
ISSN: 3079-7748, ISSN-L: 3079-7748



<http://doi.org/10.71041/ecosistema.v1i1.4>

ABSTRACT

Plastic pollution is a relatively new threat, the mass of all plastic produced so far is twice higher than the combined biomass of all terrestrial and marine animals. This study aims to analyze budgets on pollution caused by plastic in aquatic ecosystems as a strategy for environmental conservation. A systematic review of articles is carried out from 2015 to 2021, using databases such as Scopus, Scielo, Web of the Science and Dialnet. The inclusion criteria covered indexed articles, while those who did not address the incidents of the problem subject to study were excluded. The results show divergences in the opinions on pollution, with important repercussions on human health and ecosystems, these findings offer a valuable perspective to understand the key areas that impact on ocean plastic pollution.

Keywords: Pollution; Conservation; Plastic waste; Aquatic ecosystems; Environment.

Pp 46 - 58

INTRODUCCIÓN

En la última década, los plásticos constituyen entre el 60% y el 80% del total de basura que hay en el mar. Aproximadamente hay hasta 50 trillones de fragmentos de plásticos flotando en los océanos, recibiendo nuestros mares más de nueve millones de toneladas al año y a lo menos 200 kilos de ese material cada segundo. Las bolsas plásticas son la médula del asunto, ya que son usadas por un corto tiempo y muy a menudo sola una vez, para posteriormente arribar al mar, hábitat en el cual pueden permanecer más de 20 años en el medio ambiente sin degradarse. A la larga vida de material, se suma su capacidad de flotar fácilmente en el aire y el agua, lo que habitualmente confunde a los peces y mamíferos especialmente cuando llevan restos de comida.

Es difícil poder estimar cuánto tiempo tarda en biodegradarse el plástico en los océanos, pero sin duda es mucho más lento que en la tierra. La acción de las olas y del sol acelera el proceso dando como resultado fragmentos más pequeños que derivan en los tan dañinos microplásticos (diminutas partículas de plástico). La contaminación por plásticos en los océanos no está distribuida de manera uniforme.

Los focos a nivel planetario incluyen los cinco grandes giros oceánicos (donde se concentran los conocidos “parches de basura” de macroplásticos flotantes), las áreas costeras y marinas cercanas a las principales fuentes de emisión como las desembocaduras de los ríos grandes que atraviesan centros poblados, los arrecifes de coral y los manglares, y el lecho marino profundo, sobre todo los cañones submarinos.

Las partículas de plástico tienen la propiedad química de atraer y acumular contaminantes hidrofóbicos (aceitosos) del agua de mar, lo que equivale a que actúen como esponjas químicas para contaminantes tóxicos que llegan al mar procedente de la agricultura y la ganadería. Todavía no es posible dar pautas generales de actuación para hacer las explotaciones agrarias más sostenibles, ya que aún es preciso mucho esfuerzo técnico y de investigación que, además, debe estar enfocado hacia la resolución de situaciones específicas para hallar las fórmulas productivas más adecuadas.

Los estudios de laboratorio y de campo han demostrado que el plástico que ingieren los animales marinos puede ascender al igual que sus contaminantes químicos a lo largo de la cadena alimenticia marina, se ha demostrado, que la presencia de microplásticos en la columna de agua y su incorporación en los agregados que se hunden hasta llegar al lecho marino.

Por lo tanto, existe hoy en día un importante debate sobre cómo mejorar las áreas clave que impactan en la contaminación por plástico al océano. Sin embargo, esta cuestión se aborda en muchas ocasiones desde puntos de vista esencialmente positivistas, mecanicistas y fragmentados, asumiendo los grandes focos a nivel planetario incluyen los cinco grandes giros oceánicos (donde se concentran los conocidos “parches de basura” de macroplásticos flotantes), las áreas costeras y marinas cercanas a las principales fuentes de emisión como las desembocaduras de los ríos grandes que atraviesan centros poblados, los arrecifes de coral y los manglares, y el lecho marino profundo, sobre todo los cañones submarinos, sin prestar, a menudo, previa atención a la tendencia clara que pone en evidencia el impacto negativo de los plásticos en la mayoría de la vida marina.

Este trabajo trata de dar cuenta de la importancia de incluir la preservación, el cuidado y conservación de los océanos para aliviar la problemática de la contaminación a través de los plásticos, o que se ha convertido

en un problema global. Partiendo de una perspectiva sistémica, se expondrán primero la actualidad en cuanto a la contaminación causada por el plástico en los ecosistemas acuáticos, y las perspectivas para el cuidado y conservación del ecosistema marino a través de Estrategia para la conservación del medio ambiente, con el objetivo principal de determinarlas de manera precisa y exhaustiva.

MÉTODO

El presente estudio se basó en un enfoque cualitativo para llevar a cabo la investigación. Dentro de este enfoque, se reconoce que la revisión bibliográfica desempeña un papel fundamental en la identificación de las últimas tendencias y en la síntesis de los fundamentos necesarios para consolidar una disciplina (Tramullas, 2020). Por lo tanto, se optó por utilizar la revisión sistemática de la literatura como método de investigación, siguiendo el enfoque propuesto por (Ferrerías, 2016).

Al adoptar la revisión sistemática de la literatura como método de investigación, se busca garantizar un enfoque sistemático y transparente en la recopilación y análisis de la información relevante. Esto contribuye a la objetividad y la replicabilidad del estudio, al tiempo que proporciona una base sólida de conocimientos existentes para respaldar los hallazgos y las conclusiones del estudio.

La investigación posee enfoque cualitativo porque analiza datos como la “descripción de las cualidades del hecho o fenómeno” (Escudero y Cortez, 2018, p. 22), que en nuestro caso es describir los objetivos, los resultados y conclusiones de los presupuestos sobre la contaminación causada por el plástico en los ecosistemas acuáticos, y las perspectivas para el cuidado y conservación del ecosistema marino a través de Estrategia para la conservación del medio ambiente. Se empleará como método la revisión sistemática, que incluye objetivos claros, métodos claros y reproducibles, búsqueda rigurosa para obtener los estudios, evaluación interna de los hallazgos y una presentación de los resultados obtenidos (Clarke, 2011, p. 64).

Asimismo, Manterola et al. (2013, p. 150) refieren que la existencia de etapas para la revisión sistemática: la primera etapa, formulación del problema; la segunda, la localización y selección de los estudios primarios; la tercera, la evaluación de la calidad metodológica; la cuarta, la extracción de los datos; y la quinta, la realización del análisis presentación de los resultados.

Se realizó una revisión sistematizada cualitativa en septiembre de 2022 para sistematizar lo que la literatura científica nacional e internacional ha publicado en términos de discusiones sobre la contaminación causada por el plástico en los ecosistemas acuáticos, además de señalar las lagunas de conocimiento que necesitan ser exploradas en nuevos estudios en el contexto del cuidado y conservación del ecosistema marino a través de Estrategia para la conservación del medio ambiente. Para aumentar el rigor de la revisión, se siguieron seis (6) pasos:

- 1) Período de publicaciones;
- 2) Elección de descriptores;
- 3) Selección de bases de datos para búsqueda;
- 4) Establecimiento de los criterios de selección de la muestra;
- 5) Análisis general de los resultados de la investigación;
- 6) Definición de la muestra final.

La población del presente estudio de revisión bibliográfica está conformada por los artículos científicos publicados en diferentes revistas indexadas, según Manterola et al. (2013, p. 150). Con relación a los criterios de análisis empleados en los artículos científicos, se ha considerado el tipo de estudio, los objetivos, diseños, hallazgos, limitaciones, resultados y conclusiones de los presupuestos sobre la contaminación causada por el plástico en los ecosistemas acuáticos, y las perspectivas para el cuidado y conservación del ecosistema marino a través de Estrategia para la conservación del medio ambiente. Además, el mismo autor expresa que para la tercera etapa se considera la evaluación de la calidad metodológica, que consiste en evaluar la validez interna que poseen las publicaciones, así como cualquier sesgo que pudiese existir (p. 151).

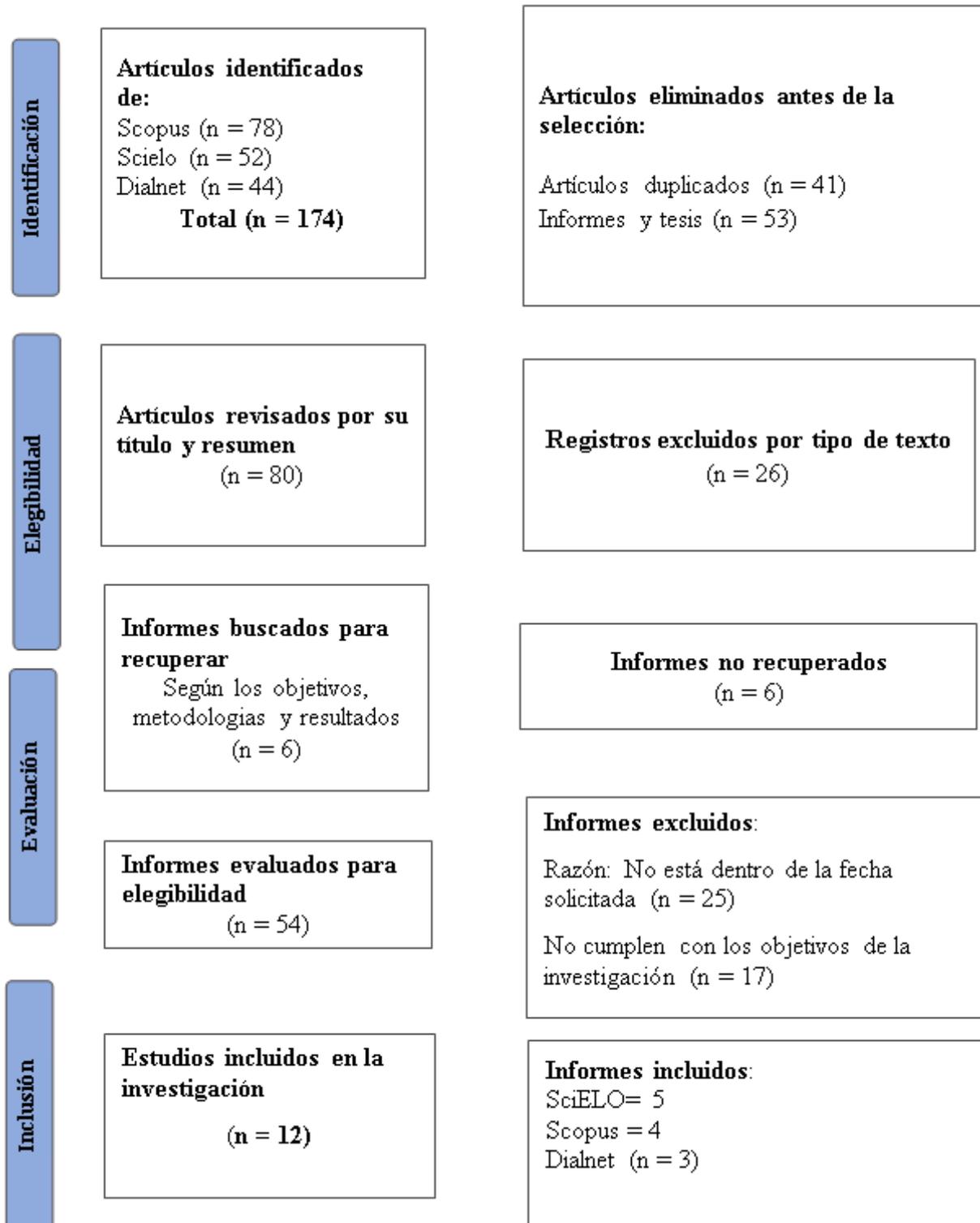
En la cuarta etapa se considera la extracción de datos, que se realiza a través de plantillas o matrices; y en la quinta etapa, se realizó el análisis y presentación de los resultados, (p.152), refiriendo el empleo del programa Atlas en su versión 22. En la sexta etapa se consideró la presentación de los resultados, mediante un proceso de sistematización. El periodo de publicaciones comprende desde el año 2000 hasta 2024.

El rastreo de la información se realizó a través de las plataformas y la aplicación de ecuaciones de búsqueda desde donde se tuvo acceso a las fuentes confiables como, Scopus; SciELO y Dialnet. En tal sentido, la revisión sistemática se realizó en la base de datos de Scopus utilizando las palabras clave “pollution” and “conservation”, con las que obtuvo 78 artículos. En el caso del buscador SciELO, se utilizaron las palabras clave “plastic waste”; “aquatic ecosystems” and “pollution” con un resultado de 52 artículos”. Asimismo, en la base de datos Dialnet, “aquatic ecosystems” and “plastic waste” fueron hallados 44 artículos.

Así, se obtuvo un total de 174 artículos, de los cuales se descartaron 94 por no considerarse relacionados (informes y tesis n=53), y (n=41) por repetirse entre las bases de datos. Posteriormente, fueron excluidas 8 investigaciones por tipo de texto. Los registros examinados por su título y resumen (n = 80); de ellos quedaron distribuidos de la siguiente forma: SciELO (32); Scopus (28); Dialnet (20). Posteriormente fueron excluidos por el tipo de texto (n = 6). Los informes buscados para recuperar según los objetivos, metodologías y resultados (n = 6). Se seleccionó una muestra de 12 artículos, distribuidos: SciELO (5); Scopus (4); Dialnet (3), que cumplen con los criterios de selección establecidos, los cuales se consideraron pertinentes para el objetivo de nuestra investigación. Es importante destacar que se excluyeron aquellos artículos que no provenían de bases de datos confiables, los que no estaban dentro de la fecha solicitada (25), y los que no cumplen con los objetivos seleccionados (17); garantizando así la calidad y la validez de la información utilizada en este estudio.

Los resultados de la búsqueda, evaluación y selección pueden observar en la Figura 1.

Figura 1.
Diagrama del método PRISMA



RESULTADOS

Una vez realizada la selección con base en criterios de inclusión y exclusión, se organizaron de la siguiente manera:

Tabla 1.

Resultados de los artículos analizados

N.º	Título	Autor/año	Hallazgo
1	Una vida de plástico. Ciencia UNAM	Santillán, M. (2018)	Las principales implicaciones que tienen los desperdicios sólidos, y en particular, el plástico para el medio ambiente.
2	Mar de plástico: Una revisión del plástico en el mar.	Elías, R. (2015)	Identificó las causas de la contaminación por plásticos está afectando los océanos, el impacto que está teniendo sobre las especies y ecosistemas marinos y la manera en que probablemente evolucionarán estas tendencias en el futuro.
3	Bioavailability and effects of microplastics on marine zooplankton Environmental Pollution.	Botterell, Z. et al. (2019)	Profundiza en que la contaminación por plásticos se ha introducido en la cadena alimenticia marina y está afectando significativamente la productividad de algunos de los ecosistemas marinos más importantes del mundo, como los arrecifes de coral y los manglares
4	Field evidence for transfer of plastic debris along a terrestrial food chain	Huera E, Mendoza J, et al. (2017)	Profundiza en las fuentes de contaminación por plásticos se detuvieran hoy, la cantidad de microplásticos en los océanos.
5	Secondary nanoplastics released from a biodegradable microplastic severely impact freshwater environments	González, M., et al., (2019)	Demuestra en sus estudios los efectos secundarios de los plásticos. La contaminación por plásticos priva de luz, alimentos y oxígeno a los corales, esponjas y animales que viven en el lecho marino y reduce la cantidad de oxígeno y comida disponible en los sedimentos
6	What to do about plastics: An interview with Rachel Meidl	Nyquist, S. (2019)	Profundiza en la contaminación de los espacios marinos por desechos y desperdicios plásticos y las consecuencias para la biodiversidad y los ecosistemas marinos existentes en los distintos océanos del planeta.
7	Floating macrolitter leaked from Europe into the ocean	González-Fernández, D., et al., (2021)	Profundizó en las alternativas para aliviar la concentración de plásticos en los océanos en el área de Europa
8	An in shoreoffshore sorting system revealed from global classification of ocean litter	Morales-Caselles, C., et al., (2021)	Profundizó en los impactos de la contaminación por plásticos en los océanos sobre las especies, la biodiversidad y los ecosistemas marinos
9	Incidence of marine debris in cetaceans stranded and bycaught in Ireland	Lusher, A., Hernandez-Milian, G., Berrow, S., Rogan, E.; Connor, I., (2018)	Profundiza en la incidencia de los desechos marinos cetáceos varados y capturados incidentalmente en Irlanda

N.º	Título	Autor/año	Hallazgo
10	Impacts of food contact chemicals on human health.	Muncke, J., et. al., (2020).	Identificó el impacto de las sustancias químicas con contacto con los alimentos en a salud humana
11	Removal of microplastics from the environment	Padervand, M., et al., (2020).	Identificó los micro plásticos como desechos marinos de material plástico se encuentran en las playas de todo el mundo y en todas las profundidades del océano
12	Evaluating The Ocean Cleanup, a marine debris removal project in the North Pacific Gyre, using SWOT analysis.	Morrison, E., et al., (2019).	Identificó los desafíos sobre el ordenamiento ambiental de los recursos del mar, a fin de alcanzar el debido resguardo que requiere la sustentabilidad y biodiversidad de los ecosistemas marinos

En relación con las investigaciones sobre las implicaciones que tienen los desperdicios sólidos, y en particular, el plástico para el medio ambiente, se identificó que el mayor número de investigaciones halladas datan entre el 2015 al 2021. Asimismo, estas investigaciones se habrían realizado en el área de Europa generalmente. Destaca una predominancia de estudios cualitativos, como se muestra en la Tabla 1.

Debido a la dificultad de recolectar el plástico de los océanos y su permanencia prolongada en el medio ambiente, una vez que entra al mar es casi imposible removerlo. Más aún, una vez ingresado al océano, el plástico continúa desintegrándose: los macroplásticos se convierten en microplásticos y luego en nanoplásticos, haciendo aún más difícil su recuperación. Aunque se detuvieran hoy todas las fuentes de contaminación por plásticos que llegan al océano, este proceso de degradación implicaría que la masa de microplásticos en los océanos y playas incrementaría más del doble.

Los resultados de investigación muestran que aunque la contaminación por plásticos es un fenómeno creciente que ya ha alcanzado todos los rincones del océano, ciertos ecosistemas marinos y costeros clave tienen riesgos particularmente elevados porque actualmente afrontan varias amenazas adicionales. Estos ecosistemas, siendo los arrecifes de coral y los manglares ejemplos notables, proveen servicios esenciales para las personas y la vida marina. Por consiguiente, cuando el plástico impacta negativamente su funcionamiento, las personas también sufren afectaciones directas.

En ese sentido, Santillán, M. (2018), ente sus principales hallazgos, aporta consideraciones valiosas sobre las implicaciones que tienen los desperdicios sólidos, y en particular, el plástico para el medio ambiente; agrega el citador autor que es alentador que la atención pública se esté enfocando en este problema y que se hayan sumado los llamados para darle un giro a la situación, por medio de acciones decisivas internacionales, antes de que la contaminación por plásticos abrume e impida la resiliencia de un número crítico de especies y ecosistemas marinos.

Contaminación, la cadena alimenticia y riesgos a la salud humana

Para González, M., et al., (2019), es necesario considerar que los residuos plásticos que no se reciclan ni reutilizan, en su mayoría son arrastrados por las lluvias y terminan en los océanos. De acuerdo con la ONU Ambiente, 13 millones de toneladas de plástico se vierten en los océanos cada año. Una vez dentro del océano, los plásticos son expuestos a temperaturas cambiantes, radiación ultravioleta, salinidad, así como a la fuerza mecánica de las mareas, lo que provoca que estos se fragmenten y formen macroplásticos

y micro-plásticos. Éstos pueden alcanzar profundidades de hasta 10 mil metros debajo de la superficie del mar y contaminarlo en varios niveles.

Agrega en sus estudios que los microplásticos también pueden ser acarreados por vientos y corrientes marinas que se dispersan en ecosistemas y el aire que respiramos. En la industria cosmética, los más empleados son las microesferas, mientras que en la industria textil las microfibras, que pueden entrar al ecosistema marino directamente por el drenaje al momento de su lavado. El drenaje puede desembocar en algún cuerpo de agua directamente o incluso, después de pasar por una planta de tratamiento de aguas residuales, puede usarse para riego en agricultura y arrastrar microplásticos.

A estas primeras observaciones sobre contaminación, la cadena alimenticia y riesgos a la salud humana, hemos de añadir otra dimensión más cuando hablamos de amenaza a los ecosistemas marinos, como los es la bioacumulación y biomagnificación; los microplásticos por su pequeño tamaño, son ingeridos por la fauna marina con mayor frecuencia que los macro-plásticos. La ingesta de éstos puede causar la acumulación de toxinas y plásticos en los organismos (bioacumulación) y posteriormente, los contaminantes pueden biomagnificarse a otras especies consumidoras. Es decir, si un pez ingiere microplásticos, estos se acumularán en su organismo y se podrían transferir a otro organismo que consuma al pez como alimento, incluidos los seres humanos.

Los plásticos biodegradables han incrementado su popularidad en la última década. Uno de los más populares es el polihidroxibutirato (PHB), producido por una bacteria con aplicaciones potenciales en la producción de botellas y envases térmicos (Elías, R. 2015).

Como sostienen González-Fernández, et. al., (2021) y Morales-Caselles, et. al., (2021), las alternativas para aliviar la concentración de plásticos en los océanos en el área de Europa y los impactos de la contaminación por plásticos en los océanos sobre las especies, la biodiversidad y los ecosistemas marinos, debido a la preocupación que genera la presencia del plástico en los mares, junto a que el crecimiento de la población mundial ha derivado en forma proporcional a un mayor aumento de basura por cada persona, es que a comienzos del año 2017 el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP) lanzó la campaña Mares limpios (Clean Seas), una iniciativa global que insta a los gobiernos a aprobar políticas de reducción de plásticos y basura marina al año 2022. Así, según (Padervand, et al., 2020), en la óptica de reforzar la preocupación mundial en torno al tema, durante el desarrollo de la IV Conferencia Nuestro Océano (Our Ocean) realizada en el mes de octubre de 2020 en la Isla de Malta, la Unión Europea (UE) se comprometió con una serie de acciones concretas para lograr unos mares más sanos, limpios y seguros.

Estas alternativas se centran en mejorar la situación de los mares y enviar un mensaje de ánimo al resto del mundo para avanzar y hacer frente a los retos, cada vez mayores, de la contaminación de los océanos por plásticos y la protección de la vida marina hasta el impacto del cambio climático. En forma específica, encaminado a reducir los vertidos de plásticos en el medio ambiente, como parte de su inminente estrategia para vigorizar su lucha contra la contaminación por plásticos en el Mar Mediterráneo, en el cual actualmente hay evidencias que existe un trozo de plástico cada cuatro meros cuadrados flotando en sus aguas, lo que equivale a que entre el 5% y 10% de la masa global de plástico en los océanos se encuentra en la cuenca del mediterráneo

Impactos de la Contaminación por plásticos en los océanos sobre las especies, la Biodiversidad y los Ecosistemas marinos

En este punto, (Morrison, E., et al., 2019), identificó los desafíos sobre el ordenamiento ambiental de

los recursos del mar, a fin de alcanzar el debido resguardo que requiere la sustentabilidad y biodiversidad de los ecosistemas marinos; la contaminación por plásticos en los océanos perjudica a la vida biológica marina a través de enredos, ingestión, asfixia y la contaminación química. Sus estudios, tanto de laboratorio como de campo, han examinado las interacciones de 902 especies con el plástico bajo condiciones experimentales. Estas investigaciones incluyen estudios sobre la ingesta de microplásticos de distintos tamaños y el uso de redes fantasma para cuantificar los enredos. Otros estudios han ido más allá de la evaluación sobre las interacciones de estas 902 especies con los plásticos y han investigado en detalle los efectos negativos. Algunos de estos estudios evaluaron efectos como lesiones o mortalidad, restricciones de movilidad, alteraciones alimenticias y de crecimiento, respuestas del sistema inmune, reproducción y función celular. A su vez, (Nyquist, 2019), identifica a través de sus estudios, el impacto de las sustancias químicas con contacto con los alimentos en la salud humana caracterizando que los animales marinos de todo tipo ingieren plástico, desde los superpredadores hasta el plancton en la base de la cadena alimenticia. Esto puede ocasionarles lesiones graves, afectando la ingesta de alimentos al generar un falso sentido de saciedad, bloqueando su sistema digestivo o causando heridas internas. Por ejemplo, los experimentos de laboratorio han demostrado un crecimiento reducido en los peces cuando su alimento está contaminado por un gran volumen de microplásticos.

Autores como (Lusher, Hernandez-Milian, Berrow, Rogan, Connor, 2018) destacan en sus estudios la incidencia de los desechos marinos cetáceos varados y capturados incidentalmente en Irlanda, y el impacto de la contaminación por plásticos en los océanos sobre las especies, la Biodiversidad y los Ecosistemas marinos. A pesar de un incremento reciente en las investigaciones sobre el impacto de los plásticos en los organismos, es sorprendente lo poco que conocemos sobre sus impactos potenciales en la salud humana. Sin embargo, se puede afirmar que las personas están inhalando e ingiriéndolos. Por ejemplo, se ha demostrado que el mejillón atlántico y las ostras ingieren microplásticos en la mayoría de sus hábitats naturales y en aquellos en los que han sido introducidos. Agregan que, como los humanos consumen ambas especies enteras, es imposible evadir el plástico que contienen. Similarmente, los investigadores han encontrado que cuatro de cada 20 marcas de sardinas y espadines enlatados contienen partículas de plástico.

Por lo tanto, al hablar de los efectos del plástico y su impacto sobre las especies, la Biodiversidad y los Ecosistemas marinos, estos no deben considerarse de forma aislada. La contaminación por plásticos es una de muchas amenazas creadas por el hombre, incluyendo la sobrepesca, el calentamiento, la acidificación, la eutrofización y desoxigenación de los océanos, el ruido subacuático generado por las embarcaciones, la presencia de especies invasoras, la destrucción y fragmentación de hábitats y varios tipos de contaminación química.

Suele ser difícil identificar un solo factor decisivo en la disminución de la vida marina, pero se sabe que los impactos negativos se exacerban cuando ciertas amenazas se superponen, sobre todo en el caso de especies que ya están amenazadas. Se requieren más estudios para entender los efectos “aditivos” o de “sinergia” que ocurren cuando se combinan varios factores estresantes, pero lo más probable es que las consecuencias en dichos casos serán severas y que la tendencia empeorará en el futuro. Varios expertos coinciden en que el planeta ya está atravesando un evento de extinción masiva, y que la contaminación por plásticos descontrolada será sin duda un factor contribuyente al deterioro a medida que la crisis empeora.

A medida que se continúa acumulando la contaminación por plásticos en los océanos, todos los efectos nocivos que se han documentado incrementarán. Además, existe una posibilidad real de que muchas más subpoblaciones, especies y ecosistemas atravesarán umbrales críticos de riesgo. Según estos investigadores,

si la contaminación por plásticos continúa aumentando al ritmo actual, el 99,8% de las especies de aves marinas ingerirán plásticos. En el caso de las tortugas marinas, ya existe evidencia de ingesta y/o enredos en todas las especies.

Finalmente, (Muncke, et. al., 2020) en sus estudios realza aportaciones al tratado debe contener reglas y obligaciones específicas, claras y aplicables universalmente a través del ciclo de vida del plástico que permitan una respuesta efectiva ante la crisis global de la contaminación por plásticos. Debe incluir disposiciones que garanticen que dichas reglas puedan ser evaluadas, fortalecidas gradualmente y modificadas de tal manera que promuevan la equidad global e incentiven la participación y el cumplimiento. Agrega en sus estudios que existe una preocupación generalizada sobre los peligros potenciales de los nanoplásticos, de los cuales se conoce poco hasta la fecha. La tasa de sobrevivencia de la pulga de agua *Daphnia magna* se redujo dramáticamente al ser expuesta a nanoplásticos y en algunos casos la población estudiada alcanzó tasas de mortalidad del 100%. En el estudio se evidenció que dichos nanoplásticos atravesaron la barrera hematoencefálica de los peces que consumieron estas pulgas de agua, causando cambios de conducta como reducciones en las tasas de alimentación y movilidad. A medida que estos impactos se propagan a lo largo de la cadena alimenticia, pueden perjudicar el funcionamiento general del ecosistema.

DISCUSIÓN

La literatura que da soporte a los resultados alcanzados, al coincidir con el aporte del estudio de (Botterell, et al., 2019), quienes sostienen que la contaminación causada por el plástico en los ecosistemas acuáticos ha crecido considerablemente en los últimos años y se prevé que se duplique para 2030, con consecuencias nefastas para la salud, la economía, la biodiversidad y el clima, según un nuevo informe de la ONU, que advierte que el reciclaje no es suficiente y denuncia las falsas soluciones que se están dando frente a este problema, también se refieren entre sus principales hallazgos que la contaminación actual es omnipresente y persistente. Aunque el mundo ha logrado un importante crecimiento económico en las últimas décadas, éste ha ido acompañado de grandes cantidades de contaminación, con importantes repercusiones en la salud humana y los ecosistemas, así como en el funcionamiento de algunos de los principales procesos de los sistemas terrestres, como el clima.

Asimismo, la investigación desarrollada por (Mendoza, et al., 2017) ponen de manifiesto en su análisis como el cuerpo humano también es vulnerable a la contaminación que generan los residuos plásticos en las fuentes de agua, lo cual podría causar cambios hormonales, trastornos del desarrollo, anomalías reproductivas y cáncer. El plástico es ingerido a través de los productos del mar, bebidas e incluso la sal común, pero también penetran en la piel y pueden ser inhalados cuando están suspendidos en el aire; sin embargo, hay que destacar que en esta bibliografía consultada no se hace referencia a los riesgos para la salud y el bienestar humano surgen de la quema de residuos plásticos, la ingestión de mariscos contaminados con el plástico, la exposición a bacterias patógenas transportadas en él y la lixiviación (la separación mediante disolvente de las partes solubles de las insolubles) de sustancias preocupantes en las aguas costeras. La liberación de sustancias químicas asociadas a los plásticos a través de la lixiviación en el medio ambiente marino está recibiendo mayor atención, ya que algunos de estos productos químicos son sustancias preocupantes o tienen propiedades de alteración endocrina.

El 80% de los plásticos que se vierten al mar provienen del medio terrestre, éste material puede llegar a los océanos por múltiples vías: ser un material ligero, es fácilmente transportado por agentes como el viento

y el agua, canalizado a través del sistema de alcantarillado, arrastrado por tormentas cercanas, o empujados por el viento desde vertederos o entornos urbanos. En este sentido, hubo similitud en lo planteado por (González-Fernández, et. al., 2021), al destacar en sus estudios alternativas para aliviar la concentración de plásticos en los océanos en el área de Europa. El foco debe estar en evitar a toda costa que los plásticos lleguen al mar. La clave está en “reducir y reutilizar”. Se calcula que solo se ha reciclado en torno al 9% de todo el plástico que se ha producido en el mundo. Los autores citados no se refieren a la implicación de la administración para desarrollar una legislación ambiciosa a la hora de eliminar los artículos de un solo uso e implantar un sistema de envases retornables. Por su parte, la industria debería “eliminar al máximo” el sobreempaqueado y el uso de plásticos en el transporte y distribución de productos alimenticios.

Frente a los problemas identificados, el plástico en los océanos constituye una amenaza actual para nuestros ecosistemas, el océano es el soporte vital de la tierra, con el 97% del agua del mundo en manos del océano. Dependemos de él para regular nuestro clima, absorber CO₂ y es la fuente número uno de proteínas para más de mil millones de personas. Los océanos son los encargados de generar el 50% del oxígeno que se expulsa a la atmósfera, de ahí la importancia de atender esta problemática y trazar políticas al respecto.

De igual modo, los resultados de la búsqueda mostraron que aunque cada vez existen mejores reportes sobre el impacto de los plásticos en los océanos, sabemos con certeza lo que impulsa su incremento exponencial: el crecimiento demográfico global, el proceso de urbanización acelerado sin un manejo adecuado de los residuos y la elaboración masiva de plásticos de baja calidad. Su producción, uso per cápita y polución generalizada está aumentando en todo el mundo, sobre todo en los países de desarrollo medio, incluida nuestra región, debido a un manejo ineficiente de los sistemas de gestión de residuos sólidos, especialmente en las áreas urbanas. Además, el plástico barato posee poco valor económico, lo que inviabiliza su reciclaje y se acumula al exceso existente descartado en el mar, generando un modelo de producción industrial pernicioso. Para (Muncke, et. al., 2020), existe un impacto desfavorable y “muy dañino” de las sustancias químicas con contacto con los alimentos en la salud humana. Sin embargo, esto no significa que no estemos en un punto de no retorno, somos del criterio que el problema de la contaminación de los plásticos es muy complejo y no tiene una única solución, ya que se encuentra íntimamente entrelazado a gran parte de los desafíos ambientales que hoy enfrentamos. Aunque existen iniciativas encomendables, tanto públicas como privadas, el éxito de este monumental esfuerzo deberá ser mancomunado y, fundamentalmente, creativo.

El fenómeno de la contaminación de los océanos y en especial de la formación de islas de plástico en los distintos mares frente a cada uno de los cinco continentes del planeta ha impactado y penetrado en el subconsciente tanto de la ONU, como también en las esferas de las autoridades y especialmente de las sociedades de los países que cohabitan con los espacios marinos, a los cuales este adverso escenario de polución se encuentra alterando perjudicialmente la pureza de sus aguas día a día.

A nivel práctico, los efectos del plástico en los ecosistemas marinos no deben considerarse de forma aislada. La contaminación por plásticos es una de muchas amenazas creadas por el hombre, incluyendo la sobrepesca, el calentamiento, la acidificación, la eutrofización y desoxigenación de los océanos, el ruido subacuático generado por las embarcaciones, la presencia de especies invasoras, la destrucción y fragmentación de hábitats y varios tipos de contaminación química.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en este artículo científico, han revelado una notable diversidad de valoraciones y criterios sobre la contaminación causada por el plástico en los ecosistemas acuáticos como una Estrategia para la conservación del medio ambiente y, por ende, el cuidado y la conservación de los océanos. Sin embargo, para abordar esta transformación no basta con buscar estrategias para mitigar los impactos de la contaminación por plásticos en los océanos sobre las especies, la biodiversidad y los ecosistemas marinos.

Todavía resultan insuficiente las pautas generales de actuación para hacer consciente las estrategias y políticas para contrarrestar la contaminación por plásticos descontrolada, siendo éste un factor que contribuirá a la sexta extinción masiva que actualmente está en curso, conduciendo al colapso generalizado de los ecosistemas y al desbordamiento de los límites planetarios seguros.

REFERENCIAS

- Botterell, Z. et al. (2019). Bioavailability and effects of microplastics on marine zooplankton *Environmental Pollution*. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.10.065>
- Clarke, J. (2011). What is a systematic review [Qué es una revisión sistemática]. In *Evidence-Based Nursing* (Vol. 14, Issue 3, p. 64). <https://doi.org/10.1136/ebn.2011.0049>
- Escudero, L., y Cortez, A. (2018). Técnicas y métodos cualitativos para la investigación científica. Ediciones UTMACH. <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/12501/1/Tecnicas-y-MetodoscualitativosParaInvestigacionCientifica.pdf>
- Elías, R. (2015). Mar de plástico: Una revisión del plástico en el mar. *Revista de Investigación y Desarrollo Pesquero*, No. 27, pp. 83-105. Recuperado en: <https://www.gob.mx/semarnat/articulos/oceanos-inundados-de-plastico>
- González M et al. (2019). Secondary nanoplastics released from a biodegradable microplastic severely impact freshwater environments. *Royal Society of Chemistry*. DOI: 10.1039/C8EN01427B
- González-Fernández, D., et. al., (2021). Floating macrolitter leaked from Europe into the ocean. *Nat Sustain* 4 (6), 474–483. Recuperado en: <https://www.theguardian.com/environment/2021/dec/26/180bn-investment-in-plastic-factories-feeds-global-packaging-binge>
- Huerta Lwanga, E., Mendoza Vega, J., Ku Quej, V. et al. (2017) Field evidence for transfer of plastic debris along a terrestrial food chain. *Sci Rep* 7, 14071. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-14588-2>
- Lusher, A., Hernandez-Milian, G., Berrow, S., Rogan, E., O'Connor, I., (2018). Incidence of marine debris in cetaceans stranded and bycaught in Ireland: Recent findings and a review of historical knowledge. *Environmental Pollution* 232 (Supplement C), 467-476. Recuperado en: <https://doi.org/10.5380/dma.v35i0.43541>
- Manterola, C., Astudillo, P., Arias, E. & Claros, N. (2013). Systematic Reviews of the Literature: What Should be Known About Them [Revisiones sistemáticas de La literatura: lo que se debe saber sobre ellas]. *Cirugía Española (English Edition)*, 91(3), 149–155. <https://doi.org/10.1016/j.cireng.2013.07.003>
- Morales-Caselles, C., et. al., (2021). An in shore/offshore sorting system revealed from global classification of ocean litter. *Nat Sustain* 4 (6), 484–493. Recuperado en: <https://doi.org/10.4060/cb4476>.
- Morrison, E., et al., (2019). Evaluating The Ocean Cleanup, a marine debris removal project in the North Pacific Gyre, using SWOT analysis. *Case Stud. Environ.*, 2019. 3(1): p. 1-6
- Muncke, J., et. al., (2020). Impacts of food contact chemicals on human health: a consensus statement. *Environmental Health* 19(1),25. http://www.serbi.luz.edu.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1315-5182005012000002&lng=en&nrm=iso&tlng=es.

- Nyquist, S. (2019). What to do about plastics: An interview with Rachel Meidl. McKinsey & Company Sustainability. Recuperado en: <https://www.mckinsey.com/business-functions/sustainability/our-insights/sustainability-blog/what-to-do-about-plastics-an-interview-with-rachel-meidl>
- Padervand, M., et al., (2020). Removal of microplastics from the environment. A review. Environ. Chem. Lett., 18(3): p. 807-828. Recuperado en: DOI: <https://doi.org/10.29333/ejmste/108438>.
- Santillán, M. (2018). Una vida de plástico. Ciencia UNAM. Revista Mundo marino. Recuperado en: <http://ciencia.unam.mx/leer/766/una-vida-de-plastico>