



# RESIDUOS PLASTICOS EN ARGENTINA. SU IMPACTO AMBIENTAL Y EN EL DESAFIO DE LA ECONOMIA CIRCULAR

**EDITOR**

Norma Sbarbati Nudelman

**PUBLICADO POR**



**ANCEFN**

Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales

# **RESIDUOS PLASTICOS EN ARGENTINA. SU IMPACTO AMBIENTAL Y EN EL DESAFIO DE LA ECONOMIA CIRCULAR**

---

**EDITOR**

Norma Sbarbati Nudelman

---

**PUBLICADO POR**

Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales [ANCEFN]

SERIE: PUBLICACIONES CIENTIFICAS N° 16 (2020)

Sbarbati Nudelman, Norma

Residuos plásticos en Argentina : su impacto ambiental y en el desafío de la economía circular / Norma Sbarbati Nudelman ; editado por Norma Sbarbati Nudelman. - 1a ed volumen combinado. - Ciudad Autónoma de Buenos Aires : ANCEFN - Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, 2020.

Libro digital, PDF - (Publicaciones científicas ; 16)

Archivo Digital: descarga y online

ISBN 978-987-4111-15-9

1. Cuidado del Medio Ambiente. 2. Reciclaje de Residuos. 3. Desarrollo Sustentable. I. Título.

CDD 363.728

Fecha de catalogación: diciembre de 2020

Esta publicación es propiedad de la Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales

ISBN 978-987-4111-15-9

Primera edición, Buenos Aires,

Copyright © by Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales

Toda la correspondencia referida a esta publicación debe dirigirse a:

*All enquires regarding this publication should be addressed to:*

Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales

Av. Alvear 1711, 4° piso, (1014) Buenos Aires.

E-mail: [biblio@ancefn.org.ar](mailto:biblio@ancefn.org.ar)

Sitio web: [www.ancefn.org.ar](http://www.ancefn.org.ar)

Queda hecho el depósito previsto por la Ley 11.723

Todos los derechos reservados. Ninguna parte de esta obra puede ser reproducida o transmitida en cualquier forma o por cualquier medio electrónico o mecánico, incluyendo fotocopiado, grabación o cualquier otro sistema de archivo y recuperación de información, sin el previo permiso por escrito de la Academia.

## MICROPLÁSTICOS: MACROPROBLEMAS

*María F. Ríos<sup>1,2</sup>, Federico Márquez<sup>2,3,4</sup>, Melisa Gatti<sup>2</sup>, David Galván<sup>1</sup>,  
Gonzalo Bravo<sup>2,3</sup>, Gregorio Bigatti<sup>2,3,4</sup> y Martín I. Brogger<sup>2,3,\*</sup>*

<sup>1</sup> Centro para el Estudio de Sistemas Marinos (CESIMAR), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), CCT CENPAT, Boulevard Brown 2915, U9120ACD Puerto Madryn, Chubut, Argentina

<sup>2</sup> Fundación ProyectoSub

<sup>3</sup> Instituto de Biología de Organismos Marinos (IBIOMAR), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), CCT CENPAT, Boulevard Brown 2915, U9120ACD Puerto Madryn, Chubut, Argentina

<sup>4</sup> Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco (UNPSJB), Bvd. Brown 3100; U9120ACV Puerto Madryn, Chubut, Argentina

\* E-mail: *brogger@cenpat-conicet.gob.ar*

### Resumen

En este capítulo se introduce el problema ambiental que representan las pequeñas partículas de plástico denominados microplásticos. La intención del presente capítulo no es profundizar en aspectos específicos de dicha problemática, sino presentar una visión general de la misma, que permita al lector tener un panorama general de la situación actual en nuestro planeta y puntualmente en Argentina. Para ello, se presenta un compendio de toda la información científica que se encuentra publicada a la fecha sobre ambientes acuáticos del país. Se hace especial hincapié sobre el impacto que tienen los microplásticos en los organismos, los ecosistemas marinos y en el ser humano. Por otro lado, se pone foco en la problemática de la contaminación por microplásticos y su articulación con la ciencia, aportando la visión de la sociedad y la importancia de la participación de distintas organizaciones no gubernamentales que promueven el cuidado ambiental mediante programas y comunicación de la ciencia. Por último, se hace un aporte a la mitigación del problema mediante la concientización, prevención y reducción del uso indiscriminado de plásticos y la consiguiente contaminación por microplásticos, mediante un enfoque integral considerando a los distintos actores de la sociedad.

*Palabras clave:* Contaminación; microfibras; Plasticeno; concientización ambiental; ciencia ciudadana.

### Abstract

**Microplastics: macroproblems.** This chapter introduces the environmental problem represented by small plastic particles called microplastics. The intention of this chapter is not to delve into specific

aspects of said problem, but to present a general vision of it, allowing to the reader to have a general overview of the current situation on our planet, and specifically in Argentina. A compendium of all the scientific information available published to date for aquatic environments in the country is presented. Special emphasis is placed on the impact that microplastics have on organisms, marine ecosystems, and humans. On the other hand, it focuses on the problem of contamination by microplastics and its articulation with science, providing the vision of society and the importance of the participation of different non-governmental organizations that promote environmental care through programs and outreach of the science. Finally, a contribution is made to mitigating the problem through awareness, prevention and reduction of the indiscriminate use of plastics and the consequent contamination by microplastics, through a comprehensive approach considering the different social stakeholders.

*Keywords:* Pollution; microfibers; Plasticene; environmental awarness; citizen science.

## INTRODUCCIÓN

Al igual que ocurre con los residuos plásticos más grandes, no existe información cuantitativa respecto al tipo de plástico que componen las fracciones de microplásticos, sino que estos son clasificados principalmente de acuerdo a: su tamaño (por definición), la función original para la cual fueron fabricados y su forma geométrica.

Por definición, el término microplásticos se emplea para nombrar a aquellos plásticos que miden entre 5 mm y un tercio de milímetro. Además, en base a si su tamaño pequeño es intencional o accidental, se los clasifica como “primarios” o “secundarios”. Se denominan microplásticos primarios cuando se fabrican originalmente en tamaño pequeño para uso directo o como precursores de otros productos como las fibras sintéticas, los *pellets* industriales y las microperlas (*microbeads*) agregadas a productos cosméticos. Luego, su forma quedará determinada por su origen y función, pudiendo encontrarse microplásticos primarios con distintas formas (esféricos, cilíndricos, discoidales o cúbicos). Por ejemplo, las microperlas son muy empleadas en la industria cosmética como reemplazantes de ciertos exfoliantes naturales en productos cosméticos de un solo uso, como limpiadores de maquillajes o pastas dentales. Estas microperlas son supuestamente retenidas en los filtros de las plantas de tratamiento de aguas de desecho. Sin embargo, muchas de estas plantas no están diseñadas ni tienen la capacidad de separar efectivamente estos microplásticos, por lo cual son liberados finalmente en los sistemas acuáticos [1].

Los microplásticos secundarios son fragmentos de otros artículos de plástico más grandes. Debido al deterioro continuo de los plásticos, existe una enorme variedad de tamaño, forma, color y tipo de polímero entre los microplásticos

secundarios, principalmente representados por hilos de microfibras sintéticas o fragmentos con formas irregulares.

Los fragmentos de microfibras sintéticas son considerados microplásticos secundarios. Consisten en pequeños hilos de plástico provenientes de diversos productos fabricados con polyester, nylon, acrílico y otros textiles sintéticos, presentes en la ropa, los neumáticos, las redes de pesca, las colillas de cigarrillos y las alfombras, entre otros.

Los principales factores responsables del deterioro de los plásticos son la luz ultravioleta y la abrasión física por el entorno de una playa o el oleaje en los ambientes marinos. La radiación solar UV-B y las altas temperaturas tienen un mayor impacto en materiales plásticos expuestos a ambientes terrestres, por lo que estos materiales se degradarán a un ritmo relativamente más rápido en tierra que en el mar.

La ubicuidad y predominancia de desechos plásticos en el océano, frente a otros residuos como ser los derivados de la madera, como papeles o cartón, refleja la excepcional durabilidad y persistencia de estos materiales en el ambiente [2].

## **1. Microplásticos en organismos y ambientes marinos**

### **1.2. Origen de los microplásticos y su destino en los distintos ambientes**

Dado que la mayor parte de las actividades antropogénicas ocurren en tierra firme, resulta esperable que la mayor cantidad de contaminación por microplásticos se origine en la parte continental del planeta [3]. Los plásticos (de cualquier tamaño) llegan al mar transportados por ríos, aguas residuales, el viento, o a través de actividades humanas como la acuicultura, la pesca, el transporte marítimo y el turismo.

Se ha reportado que cada año aproximadamente 13 millones de toneladas de desechos plásticos o sintéticos alcanzan el océano a través de cursos de agua, de los cuales el 85% tiene a Asia como lugar de origen. Los macroplásticos (>5 mm) ingresan en los ambientes marinos a través de su vertido directo o desecho, o a causa de un incompleto manejo de residuos. Estos son el origen de una gran proporción de microplásticos secundarios que afectan hoy en día, y que seguirán teniendo un impacto a futuro en los ambientes acuáticos.

Debido principalmente a las propiedades físicas de los materiales plásticos, su longevidad y resistencia a la descomposición los microplásticos pueden viajar grandes distancias flotando en el agua o también acumularse en los sedimentos del fondo marino. Así, su presencia es especialmente notoria en los grandes giros oceánicos, y menos evidente, pero con mayor presencia en los fondos de aguas profundas, que sin duda se han convertido en los más grandes basurales alguna vez conocidos. Recientes estudios estimaron la presencia de unos 14 millones de toneladas de microplásticos atrapadas en los primeros 9 cm de sedimentos de los fondos oceánicos del mundo [4]. Este valor indicaría que hay hasta cincuenta

veces más cantidad de plásticos en estos ambientes que los presentes en la superficie del océano.

A pesar del impacto directo que tiene la industria pesquera como responsable de los enmallamientos y la presencia de redes fantasma en el océano, no sería este el principal causante de la presencia de microfibras en los océanos, sino que se estima que el 98% de las microfibras sintéticas en los ambientes marinos tiene origen terrestre [5]. La principal fuente de microfibras sintéticas presentes en el ambiente es la fabricación de textiles, su uso, lavado y descarte. Ya sea por un origen doméstico o industrial, durante el prelavado y confección de prendas nuevas, las microfibras se desprenden y son liberadas a los drenajes urbanos (Fig. 1). En segundo lugar, se encuentra el origen proveniente del desgaste de los neumáticos de los vehículos sobre las rutas y caminos. Los mismos están fabricados por polímeros sintéticos, que son liberados en forma de fibras, para luego ser arrastradas ya sea por el agua de lluvia o los vientos a los cursos de agua o drenajes, alcanzando eventualmente el océano.

### **1.3. Impacto de los microplásticos en los organismos: problema físico y químico en las cadenas tróficas**

Por su tamaño y ubicuidad, los microplásticos se encuentran muy extendidos en el medio marino tanto en la columna de agua, en las costas como en los sedimentos submareales y por lo tanto, se encuentran disponibles para ser consumidos por una amplia gama de organismos, especialmente por aquellos de niveles tróficos inferiores como invertebrados o peces pequeños. La contaminación plástica causa daños a la vida silvestre por enredos e ingestión y además existe la inquietud de que pueda presentar peligros para la salud humana.

Al ser ingeridos por organismos marinos, ya sea de manera involuntaria o voluntaria al confundirlos con alimento, los microplásticos ingresan en las cadenas tróficas pudiendo causar impactos negativos tanto físicos como químicos. El impacto físico incluye daños internos o bloqueos en los tractos digestivos de los organismos que los ingieren, causando en ellos falsa saciedad. Según estudios recientes se ha comprobado que unas 700 especies marinas se encuentran afectadas por detritos marinos (en su mayoría, plásticos) [6]. Sin embargo, en el caso de los organismos de mediano y gran tamaño, el riesgo de sufrir impactos negativos por la exposición a microplásticos sería menor que en los organismos de pequeño tamaño. Algunos trabajos sugieren que al igual que con otros tipos de material no digeribles como partículas de arena, escamas de peces o exoesqueletos de invertebrados, las partículas plásticas podrían ser desechadas de la misma forma, sin generar necesariamente algún daño en el organismo [7]. Sin embargo, los organismos de tamaños medianos a grandes pueden incorporar los microplásticos por traslocación al sistema circulatorio, siendo luego estos alojados en sus tejidos internos. En este sentido hay reportes de microplásticos en músculo, hígado o branquias [8].



**Fig. 1.** Esquema ejemplificando una de las principales rutas de llegada de las microfibras sintéticas hasta el medioambiente (tomado y modificado del original: *plasticsoupfoundation.org*)

Menos evidentes, pero no por eso de menor relevancia, son los impactos químicos que posee la ingestión de estos plásticos. Debido a su gran área de superficie en relación al volumen, las partículas de plástico a pequeña escala están propensas a una mayor exposición a los contaminantes, con concentraciones varios órdenes de magnitud mayores que las del medio ambiente. Estos microplásticos funcionan como eficientes sistemas de colección y entrega de contaminantes tóxicos, como ser metales pesados y otros químicos lixiviados provenientes de distintas industrias o de residuos urbanos. Diversos microplásticos han sido reportados por presentar adheridas toxinas reproductivas, cancerígenas y mutagénicas. Además, estas sustancias



químicas podrían bio-acumularse a lo largo de las cadenas alimentarias a través de su ingestión sucesiva entre los distintos niveles tróficos, con resultados que aún no han sido del todo estudiados.

En cuanto al estudio de microplásticos en los organismos marinos, los peces son el grupo de organismos más comúnmente estudiados, seguido de moluscos, crustáceos, y en menor medida en gusanos anélidos, mamíferos y equinodermos, aves y cnidarios, poríferos, reptiles y rotíferos [9]. Así, hoy sabemos que una gran cantidad de organismos están expuestos a estas partículas y que esta exposición puede causar una variedad de efectos en los individuos, los ecosistemas en los que viven y, en última instancia, en los humanos.

#### **1.4. Impacto en el ser humano**

El proceso más reconocible de entrada de microplásticos en el ser humano (pero no el único) es su ingreso mediante consumo voluntario de alimentos y bebidas, ya sea por formar parte éstos de las cadenas tróficas o como productos colaterales de los procesos industriales de manufacturación (residuo de envases plásticos en el agua, por ejemplo). Particularmente notorio es el aporte de microplásticos en el consumo de agua embotellada en plástico, siendo esta ingestión unas veinte veces mayor (90 mil partículas de microplásticos) que únicamente cuando se consume únicamente el agua de la canilla (4 mil partículas) [10].

En principio el efecto del residuo sólido plástico que conforma el microplástico puede no representar un problema directo, sin embargo, los químicos adheridos, potenciales patógenos asociados o incluso su posterior fragmentación dentro del cuerpo en partículas más pequeñas (denominadas nano- y picoplásticos) podría tener un mayor impacto que el estimado en la salud humana. Por ejemplo, las partículas capaces de translocarse entre los tejidos pueden disparar respuestas inmunes y liberando sus potenciales constituyentes químicos, como toxinas.

Además de la ingestión de microplásticos, es importante el ingreso de estos por vía respiratoria. El consumo total anual de microplásticos por el ser humano se duplica cuando se tiene en cuenta además la inhalación de los mismos durante la respiración [10].

El riesgo real de la ingesta de microplásticos por el ser humano no ha sido aún determinado efectivamente por los científicos. La reducción en la ingesta de organismos bio-acumuladores de partículas plásticas y evitar el consumo de agua de botellas plásticas, reduciría la cantidad de microplásticos que consumimos, pero aún los seguiríamos inhalando por vía respiratoria. Quizás, la forma más efectiva de reducir el consumo de microplásticos sea reducir la producción y el uso de estos materiales que los originan.

## **2. Ciencia y microplásticos**

### **2.2. Estudio de la problemática a escala global**

Los primeros estudios sobre microplásticos se centraron principalmente en su presencia en el ambiente, particularmente en los ecosistemas marinos. Estos trabajos fueron fundamentales para establecer el alcance de esta contaminación y conformaron la base de nuestra comprensión del impacto de los microplásticos en el medioambiente. Si bien las primeras descripciones sobre partículas de microplásticos en aguas costeras y su ingestión por peces datan de la década del 70', su real impacto ambiental tuvo poca atención por otros 30 años más, y el término de "microplásticos" no fue propuesto sino hasta el 2004 [11].

Las investigaciones sobre microplásticos se han incrementado considerablemente en los últimos años, alcanzando un volumen importante de literatura científica. Si bien se ha planteado la necesidad de estandarizar y homogenizar los métodos empleados para el estudio de microplásticos en el medioambiente, la complejidad y novedad de la problemática ha conducido a desarrollar diferentes metodologías y herramientas [12]. Como consecuencia, se ha obtenido una gran variedad de resultados, lo cual no hace otra cosa más que resaltar la naturaleza de los microplásticos como un conjunto diverso de contaminantes, que incluye a una gama de polímeros, tamaños de partículas, colores, morfologías y contaminantes asociados.

La ciencia de los microplásticos reconoce a las microfibras sintéticas como uno de los tipos de microplásticos predominantes a nivel global, revelando la omnipresencia de las microfibras en varias partes de la atmósfera, incluidas diversas fuentes de agua, lodos, sedimentos de ríos, océanos y la capa superficial del suelo, e incluso llegando a zonas tan remotas como los polos geográficos [13]. Se estima que aproximadamente 2 millones de toneladas de microfibras se liberan en el océano cada año provenientes de diversas fuentes. Varios estudios demuestran que el poliéster, producto de la industria textil, es el contaminante de microfibra más dominante del medio marino, siendo China su principal productor [14].

Además de promover metodologías más rigurosas y uniformes en la investigación sobre los microplásticos, se señala la importancia de conducir los futuros estudios desde un punto de vista integrativo, donde estos problemas ambientales se describan incluyendo el rol de la gente en dicho proceso. Las herramientas que aportan las ciencias sociales, respecto a la dimensión humana, son de gran utilidad para incorporar cuestiones de percepción, comunicación e intervención en el cambio de comportamiento. Lo cual es fundamental si las ciencias naturales pretenden promover estrategias de reducción de contaminación por microplásticos [15].

### **2.3. Situación actual de la problemática en Argentina**

En Argentina, al igual que lo ocurrido en otros países, los primeros estudios sobre el impacto de los plásticos en el ambiente estuvieron asociados a relevamientos de detritos varios o censos de basura en el ambiente, mientras que

otros trabajos documentaron la relación entre desechos costeros y la gestión de residuos urbanos. La investigación en cuestiones relacionadas a la fracción de los microplásticos es reciente, publicándose los primeros trabajos científicos a partir del año 2017 (Tabla 1). Por lo tanto, se puede observar que el conocimiento generado para nuestro país es escaso comparado con otras partes del mundo.

Esta escasez de trabajos se puede ver reflejada en el rango de taxones analizados en busca de microplásticos. A la fecha se han reportado 16 especies de peces [16,17,18,19], 4 especies de bivalvos [19,20,21,22] y una especie de cangrejo [23], todas ellas conteniendo microplásticos. En todos estos trabajos se estudian exclusivamente los sistemas digestivos de los organismos, reflejo de hábitos alimentarios, y aún no se ha profundizado la investigación en el país acerca de la presencia de microplásticos en otros tejidos, como ser el tejido muscular de los peces.

En algunos casos los trabajos se centran o incluyen estudios sobre la presencia de microplásticos en el ambiente, como ser en sedimentos costeros [20,24], sedimentos del lecho marino [25], columna de agua [23,26] o el sector superficial de la misma [19,20,27]. También se analiza la presencia de estas partículas en la columna de agua asociada a distintas fracciones de plancton [26,27].

Respecto a la distribución geográfica de los estudios, más de la mitad se han focalizado en las zonas de los grandes estuarios (del Río de la Plata y de Bahía Blanca), mientras que otro poco de información se tiene sobre sectores marinos y lagunas continentales. Lo cual representa una evidente falta de conocimiento sobre la situación actual de la problemática en el país, y a la vez hace que no sorprenda la ausencia de trabajos publicados sobre presencia de microplásticos en los grandes cuerpos lacustres y ríos de Argentina.

En todos los trabajos se registró presencia de microplásticos en el ambiente y en los organismos estudiados, siendo mayoritarios los microplásticos secundarios del tipo microfibras sintéticas. En ninguno se reporta explícitamente la ocurrencia de microplásticos primarios, aunque en un tercio de ellos se reporta la presencia de pellets o “esferas” (*beads*), lo cual podría ser indicativo de este tipo de partículas. Sin embargo, como demuestran Pérez y colaboradores [22] es posible la ocurrencia de partículas no sintéticas, de origen orgánico o inorgánico, con formas esféricas o cóncavas que puedan ser confundidas con microplásticos. Esto refuerza la importancia de incluir en los estudios metodologías analíticas que permitan la discriminación y determinación certera de los microplásticos.

Actualmente, el conocimiento de los microplásticos se encuentra bastante difundido en la sociedad como una problemática ambiental, aun cuando los plásticos

\*1 *Luciopimelodus pati*, *Pseudoplatystoma corruscans*, *Oligosarcus oligolepis*, *Parapimelodus valenciennis*, *Odontesthes bonariensis*, *Astyanax rutilus*, *Cyprinus carpio*, *Pimelodus maculatus*, *Prochilodus lineatus*, *Hypostomus commersoni* y *Cyphocharax voga*.

\*2 Para sedimentos, la sumatoria de blancos y transparentes es el grupo dominante.

\*3 *Helcogrammoides cunninghami*, *Ribeiroclinus eigenmanni* y *Eleginops maclovinus*.

### **3. Sociedad y microplásticos**

#### **3.2. Visión de la sociedad frente a la problemática: actitud y percepción pública hacia los microplásticos**

Actualmente, el conocimiento de los microplásticos se encuentra bastante difundido en la sociedad como una problemática ambiental, aun cuando los plásticos como contaminantes es una preocupación relativamente reciente. La combinación de un mayor acceso a la información, una creciente preocupación pública ambiental y, probablemente, la proliferación de redes sociales, han permitido hacer llegar el concepto de estos plásticos de pequeñas dimensiones y de su impacto en el medioambiente a las nuevas generaciones.

La intervención mediante programas apropiados de mitigación y reducción de contaminación por plásticos en el medioambiente requiere de la comprensión sobre la percepción pública de la problemática en la sociedad. Además, se evidencia la necesidad de trabajos colaborativos interdisciplinarios de investigación, incluyendo a especialistas en comportamiento social.

Las nuevas evidencias científicas como resultados de diversos estudios biológicos, ecológicos, químicos y oceanográficos focalizados en comprender la dinámica y el impacto de los microplásticos en nuestro planeta, fueron rápidamente expuestos en campañas públicas por diversas organizaciones ambientalistas, que a su vez fueron replicadas por los medios masivos de comunicación. Así, rápidamente esta problemática fue algo presente en la agenda ambiental de la sociedad, incluso con similar ímpetu que otras problemáticas quizás más trascendentales como el cambio climático global.

Sin embargo, existen pocos estudios realizados sobre el entendimiento público de los riesgos que conllevan los microplásticos, los cuales serían de relevancia, dado que gran parte de la contaminación por microplásticos puede ser directamente relacionada con las elecciones y los hábitos de consumo. Teniendo en cuenta que el plástico es un material de origen artificial, tanto su mal uso y abuso como el impacto que este tiene en los ecosistemas, es responsabilidad exclusiva del ser humano. Cambiar las percepciones y el comportamiento es clave para hacer frente a la contaminación plástica en los entornos naturales [44,45].

Tabla 1. Detalle de los trabajos publicados sobre microplásticos (MPs) en Argentina.

Referencia	Cuerpo de agua	Organismos analizados	Ambiente analizado	Presencia de MPs	Cantidad de partículas	Tamaños MPs (mm)	MPs más abundantes	Color dominante de MPs (n° distintos)
Blettler et al., 2017	Lago Setúbal, Río Paraná	-	Sedimentos costeros	Si	704 m <sup>-2</sup>	0,35-5,00	Fragmentos (41%)	Blanco y transparente (9)
Pazos et al., 2017	Estuario del Río de la Plata	Peces (*1)	-	100% de los ind.	-	0,06-4,70	Fibras (96%)	Azul (6)
Pazos et al., 2018	Estuario del Río de la Plata	Fracción plancton	Columna de agua	100% de las muestras	114-164 m <sup>-3</sup>	0,10-5,00	Fibras	Azul (14)
Arias et al., 2019	Estuario de Bahía Blanca	Pez ( <i>M. furnieri</i> )	-	100% de los ind.	12 ind. <sup>-1</sup>	0,20-5,00	Fibras	Blanco y transparente (6)
Blettler et al., 2019	Río Paraná, Entre Ríos	Pez ( <i>P. lineatus</i> )	Sedimentos costeros	100% de los ind.	9,9 ind. <sup>-1</sup> y 4654 m <sup>-2</sup>	0,50-3,00	Fibras	Azul (5)
Fernández Severini et al., 2019	Estuario de Bahía Blanca	Ostra ( <i>C. gigas</i> )	Agua superficial	100% de las muestras	7 ind. <sup>-1</sup>	0,17-5,00	Fibras (73-99%)	Azul
Ronda et al., 2019	Plataforma continental, Buenos Aires	-	Agua superficial y lecho marino	100% de las muestras	0,1-0,2 m <sup>-3</sup>	0,15-5,00	Fibras (60%)	Negro*2 (7)
Alfonso et al., 2020	Lago La Salada, Buenos Aires	Fracción zooplankton	Agua	100% de las muestras	100-180 m <sup>-3</sup>	0,05-0,95	Fibras (70%)	Negro (6)
Pazos et al., 2020	Estuario del Río de la Plata	Mejillón dorado ( <i>L. fortunei</i> )	-	96% de los ind.	0,2-0,7 ind. <sup>-1</sup>	0,10-4,00	Fibras (90%)	Azul (3)
Pérez et al., 2020	Bahía de Ushuaia	Mejillón ( <i>M. chilensis</i> )	-	100% de los ind.	5,1-12,1 ind. <sup>-1</sup>	0,15-4,60	Fibras (78%)	(5)
Ríos et al., 2020	Puerto Madryn, Golfo Nuevo	Peces (*3) y cholga ( <i>A. atra</i> )	Agua	100% de las muestras	0,6 ind. <sup>-1</sup> y 0,01 m <sup>-3</sup>	0,05-5,00	Fibras (90%)	Blanco y transparente (6)
Vilagran et al., 2020	Estuario de Bahía Blanca	Cangrejo ( <i>N. granulata</i> )	Columna de agua	100% de las muestras	-	0,20-5,00	Fibras	Azul (7)

\*1 *L. pati*, *P. corruscans*, *O. oligolepis*, *P. valenciennsis*, *O. bonariensis*, *A. rutilus*, *C. carpio*, *P. maculatus*, *P. lineatus*, *H. commersoni* y *C. voga*.

\*2 Para sedimentos, la sumatoria de blancos y transparentes es el grupo dominante.

\*3 *H. cunninghami*, *R. eigenmanni* y *E. maclovinus*.

### 3.3. Programas de ciencia ciudadana: integración de los actores interesados

Se entiende por ciencia ciudadana a la colaboración activa por parte de miembros en general de la sociedad y los investigadores. Los ciudadanos científicos aportan a la ciencia recopilando datos, y llevando a cabo un proyecto de investigación guiados por los científicos. La ciencia ciudadana puede ser una herramienta muy útil para la investigación y a la vez servir como un mecanismo de educación para informar e integrar a la sociedad con los progresos de los estudios de los científicos. Así, los investigadores encuentran una opción para incrementar los tamaños y cobertura de los datos empleados en sus investigaciones del medioambiente, integrando a la sociedad gracias a la ventaja de contar con un creciente interés público en las problemáticas ambientales.

Varios proyectos de ciencia ciudadana se focalizan en macroplásticos, como ser las colillas de cigarrillo, bolsas de plástico y otros envases presentes en las costas [46], y a menudo se integra estos programas con convocatorias de limpiezas de playa. La incorporación de programas de ciencia ciudadana en investigaciones sobre microplásticos a veces puede resultar más compleja, principalmente debido a problemas asociados a la recolección, separado y clasificación de los mismos respecto a otros potenciales elementos y materiales presentes en las muestras. Sin embargo, los microplásticos han sido uno de los principales intereses para la ciencia ciudadana.



**Fig. 2.** Chicos realizando un muestreo durante una actividad de ciencia ciudadana con el fin de monitorear microplásticos costeros en Puerto Madryn, mediante un

Diferentes trabajos han demostrado que al proveer de instrucciones simples orientadas a la recolección de los datos, se logra evitar la mayor parte de las cuestiones señaladas [Lots et al 2017] y que los mismos han ayudado a desarrollar políticas respecto a áreas marinas protegidas y a la protección de diferentes especies de organismos (Fig. 2).

La difusión de la información mediante estos programas, junto con campañas de comunicación adecuadas, permiten presentar la contaminación por plásticos como socialmente inaceptables y ayudan a concientizar a los consumidores a lo largo de la cadena de producción [47]. Para desarrollar programas de ciencia ciudadana exitosos se requiere de la colaboración de múltiples partes interesadas incluyendo a los ciudadanos científicos, coordinadores voluntarios experimentados, organizaciones de la sociedad civil, gobiernos locales y de investigadores científicos profesionales [48]. La integración de estos actores uniendo fuerzas y trabajando en conjunto, permite obtener datos que contribuyan a batallar la contaminación por plásticos en el medioambiente de maneras que los científicos por sí solos no lo podrían lograr protocolo de muestreo científico propuesto por la Fundación ProyectoSub ([www.ProyectoSub.org.ar](http://www.ProyectoSub.org.ar)).

### **3.4. Soluciones y recomendaciones propuestas para mitigación, saneamiento y remediación ambiental**

Vivimos en la era del plástico, o lo que algunos autores llaman el Plasticeno. La contaminación por plásticos se puede prevenir aplicando jerarquías de residuos dentro de la economía de los plásticos para aumentar de manera drástica la reducción, reutilización y reciclaje de residuos plásticos. Desde un punto de vista económico, en principio el plástico es un recurso precioso. Sin embargo, cuando los plásticos se pierden en el medioambiente los materiales se degradan en calidad, perdiéndose oportunidades de mayor valor para la reutilización y el reciclaje.

Dado que el origen de todos los microplásticos secundarios son siempre macroplásticos que se fragmentan en los distintos ecosistemas, la mayoría de las tecnologías aplicadas para su mitigación se encuentran focalizadas ya sea a prevenir su entrada al medioambiente o a la remoción de los mismos *in situ*.

El fomento e implementación de economías circulares, es una excelente opción para reducir los costos asociados a nuestra dependencia de estas tecnologías. Sin embargo, dada la cantidad esperada de contaminación por plásticos que entrará en el futuro inmediato en los distintos ambientes acuáticos, tanto aquellas propuestas basadas en tecnologías de limpieza como la reducción de materiales plásticos en los circuitos productivos, serán necesarias [49].

Idealmente las tecnologías de limpieza de los plásticos debieran usarse conjuntamente con soluciones preventivas, como ser materiales sustentables y biodegradables para reemplazar el plástico, pero también con sistemas de tratamientos de residuos mejorados [49]. A la vez, cuando éstas son implementadas acompañadas de decisiones políticas complementarias, ya sean de carácter regulatorio o incluso mediante incentivos impositivos, es posible alcanzar de manera

sinérgica un mayor efecto global y con una reducción significativa en los costos finales.

Sólidas acciones políticas para frenar los envases de plástico innecesarios, como la prohibición de las bolsas de plástico de un solo uso, o para aumentar sustancialmente la tasa de recolección y reciclado efectivo de desechos plásticos, fomentando esquemas de envases retornables reusables, y la prohibición de microperlas de plástico en cosméticos y productos de cuidado personal, son muy necesarias a nivel regional, subregional o nacional como parte de las estrategias para la gestión de residuos a implementar [47].

Claramente no existe una única solución a la problemática de los microplásticos, sino que se requiere de un enfoque integral que combine nuevas tecnologías, formulación de políticas adecuadas y una clara promoción a la sociedad para prevenir una mayor contaminación por plásticos y el consiguiente daño a los ambientes acuáticos, sus organismos y la salud humana.

## REFERENCIAS

- [1] D. Xanthos & T.R. Walker, *Mar. Pollut. Bull.* **118**, 17 (2017).
- [2] A.L. Andrady, *Persistence of plastic litter in the oceans*, Cap. 3. En: M. Bergmann, L. Gutow & M. Klages (Eds.), *Marine Anthropogenic Litter* (pp. 57-72). Cham: Springer International Publishing, 2015.
- [3] S. Mishra, R.P. Singh, C.C. Rath & A.P. Das, *J. Water Process Eng.* **38**, 101612 (2020).
- [4] J. Barrett, Z. Chase, J. Zhang, M.M.B. Holl, K. Willis, A. Williams, B.D. Hardesty & C. Wilcox, *Front. Mar. Sci.* **7**, 576170 (2020).
- [5] J. Boucher & D. Friot, *Primary microplastics in the oceans: a global evaluation of sources*. IUCN, **43**, 2017.
- [6] S.C. Gall & R.C. Thompson, *Mar. Pollut. Bull.* **92**, 170 (2015).
- [7] B. Jovanović, *Integr. Environ. Assess. Manag.* **13**, 510 (2017).
- [8] F. Collard, B. Gilbert, P. Compère, G. Eppe, K. Das, T. Jauniaux & E. Parmentier, *Environ. Pollut.* **229**, 1000 (2017).
- [9] C.L. de Sá, M. Oliveira, F. Ribeiro, T. Lopes & M. Norman, *Sci. Total Environ.* **645**, 1029 (2018).
- [10] K.D. Cox, G.A. Covernton, H.L. Davies, J.F. Dower, F. Juanes & S.E. Dudas, *Environ Sci. Technol.* **53**, 7068 (2019).



- [11] R.C. Thompson, Y. Olsen, R.P. Mitchell, A. Davies, S.J. Rowland, A.W.G. John, D. McConigle & A.E. Russell, *Science* **304**, 838 (2004).
- [12] J.F. Provencher, G.A. Covert, R.C. Moore, D.A. Horn, J.L. Conkle & A.L. Lusher, *Sci. Total Environ.* **748**, 141426 (2020).
- [13] R. Di Mauro, M.J. Kupchik & M.C. Benfield, *Environ. Pollut.* **230**, 798 (2017).
- [14] S. Mishra, C.C. Rath & A.P. Das, *Mar. Pollut. Bull.* **140**, 188 (2019).
- [15] C.M. Rochman, A.M. Cook & A.A. Koelmans, *Environ. Toxicol. Chem.* **35**, 1617 (2016).
- [16] R.S. Pazos, T. Maiztegui, D.C. Colautti, A.H. Paracampo & N. Gómez, *Mar. Pollut. Bull.* **122**, 85 (2017).
- [17] A.H. Arias, A.C. Ronda, A.L. Oliva & J.E. Marcovecchio, *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* **102**, 750 (2019).
- [18] M.C.M. Blettler, N. Garello, L. Ginon, E. Abrial, L.A. Espinola & K.M. Wantzen, *Environ. Pollut.* **255**, 113348 (2019).
- [19] M.F. Ríos, R.D. Hernández-Moresino & D.E. Galván, *Mar. Pollut. Bull.* **159**, 111491 (2020).
- [20] M.D. Fernández Severini, D.M. Villagran, N.S. Buzzi & G.C. Sartor, *Reg. Stud. Mar. Sci.* **32**, 100829 (2019).
- [21] R.S. Pazos, F. Spaccesi & N. Gómez, *Reg. Stud. Mar. Sci.* **38**, 101360 (2020).
- [22] A.F. Pérez, M. Ojeda, G.N. Rimondino, I.L. Chiesa, R. Di Mauro, C.C. Boy & J.A. Calcagno, *Mar. Pollut. Bull.* **161**, 111753 (2020).
- [23] D.M. Villagran, D.M. Truchet, N.S. Buzzi, A.D. Forero Lopez & M.D. Fernández Severini, *Mar. Pollut. Bull.* **150**, 110686 (2020).
- [24] M.C.M. Blettler, M.A. Ulla, A.P. Rabuffetti & N. Garello, *Environ. Monit. Assess.* **189**, 581 (2017).
- [25] A.C. Ronda, A.H. Arias, A.L. Oliva & J.E. Marcovecchio, *Mar. Pollut. Bull.* **149**, 110618 (2019).
- [26] R.S. Pazos, D.E. Bauer & N. Gómez, *Environ. Pollut.* **243**, 134 (2018).
- [43] M.B. Alfonso, A.H. Arias & M.C. Piccolo, *Environ. Monit. Assess.* **192**, 117 (2020).
- [44] S. Pahl, K.J. Wyles & R.C. Thomson, *Nat. Hum. Behav.* **1**, 697 (2017).

- [45] L. Henderson & C. Green, *Mar. Pollut. Bull.* **152**, 110908 (2020).
- [46] D. Honorato-Zimmer, J.T. Carlton, G.M. Ruiz & N.A. Maximenko, *Mar. Pollut. Bull.* **150**, 110714 (2020).
- [47] F. Gallo, C. Fossi, R. Weber, D. Santillo, J. Sousa, I. Ingram, A. Nadal & D. Romano, *Environ. Sci. Eur.* **30**, 13 (2018).
- [48] E.R. Zettler, H. Takada, B. Monteleone, N. Mallos, M. Eriksen & L.A. Amaral-Zettler, *Anal. Methods* **9**, 724 (2017).
- [49] E. Schmaltz, E.C. Melvin, Z. Diana, E.F. Gunady, D. Rittschof, J.A. Somarelli, J. Virdin & M.M. Dunphy-Daly, *Environ. Int.* **144**, 106067 (2020).



# **RESIDUOS PLASTICOS EN ARGENTINA. SU IMPACTO AMBIENTAL Y EN EL DESAFIO DE LA ECONOMIA CIRCULAR**

ISBN 978-987-4111-15-9



9 789874 111159



**ANCEFN**

Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales