



The background of the entire page is a close-up photograph of a beach. It shows a mix of natural elements like light-colored sand, brown driftwood, and dried leaves, alongside various pieces of plastic waste. There are several bright blue and green fragments of plastic, some translucent white pieces, and a small orange object. The overall scene illustrates the concept of plastic pollution in a natural environment.

OFEGATS EN PLÀSTIC

LA CONTAMINACIÓ PER MICROPLÀSTICS EN EL MEDI MARI

Balma Albalat Oliver

■ L'ORIGEN DEL PROBLEMA: LA INDÚSTRIA PLÀSTICA

Mirem on mirem, hi trobem objectes de plàstic. Envasos, bosses de supermercat, joguines, peces d'automòbil, parts d'aparells electrònics, objectes d'higiene, peces de roba... Fet i fet, les societats actuals ja han estat denominades «civilitzacions de plàstic» com a característica essencial que les defineix. Però, probablement, si tornàrem arrere en el temps i explicàrem al premi Nobel belga Leo Baekeland que el seu invent de la baquelita (el primer plàstic sintètic fabricat en sèrie) en 1907, que tant va revolucionar la indústria química, ha acabat sent un dels problemes de contaminació ambiental més greus que patim, no s'ho creuria.

Durant el segle xx, el descobriment de Baekeland va servir de tret d'eixida per al desenvolupament i síntesi de molts més tipus de materials termoestables, també coneguts com a plàstics. Les característiques que comparteixen entre si aquests polímers orgànics (basats en estructures carbonatades) d'alt pes molecular són flexibilitat, mal-leabilitat, baixa densitat, capacitat aïllant, resistència a la biodegradació, que siguin tan poc reactius i, a més, que tinguin un preu tan baix. La gran majoria s'elaboren a partir de derivats del petroli, tot i que també n'hi ha d'origen vegetal, com alguns derivats del midó o de resines vegetals com el làtex o el cautxú. De llavors ençà, els plàstics s'han diversificat i han substituït en molts usos altres materials com la fusta, el vidre o el metall. Però no va ser fins a la dècada dels anys setanta quan els plàstics van començar a fabricar-se de manera industrial. Fins a hores d'ara, la producció ha augmentat exponencialment, a un ritme del 5 % anual (Andrady i Neal, 2009). Segons Crawford i Quinn (2017), amb aquest creixement, l'any 2050 hi haurà tants plàstics com peixos a la mar.

«Si la tendència actual continua, ens podem trobar un escenari de producció de 2.000 milions de tones de plàstic en 2050»

L'informe *Plastics Europe 2018* va establir la producció de plàstics mundial en 350 milions de tones en 2017 i, si la tendència actual continua, ens podem trobar un escenari de producció de 2.000 milions de tones en 2050 (United Nations Environment Programme [UNEP], 2016). El principal productor a escala mundial és la Xina, que fabrica al voltant del 50 % dels plàstics, seguida d'Europa, amb una producció del 18 %. Aquesta enorme producció anual, unida a la poca efectivitat dels mecanismes de gestió i reciclatge actuals i a l'enorme resistència a la degradació d'aquests materials, són les raons per les quals la gran majoria dels plàstics acaben abandonats en el medi ambient. Una vegada conclou la seua vida útil, només el 17 % del plàstic produït arreu del món es recicla, i d'aquesta reutilització només es pot repetir el cicle un màxim de tres vegades (Crawford i Quinn, 2017). La resta de plàstics acaben als abocadors o en la natura, convertits en deixalles que causen greus problemes als ecosistemes on es troben, a tots els nivells.

Els oceans es consideren els grans abocadors de plàstic a escala mundial (Figura 1). En els ecosistemes marins, els plàstics representen la majoria dels residus,



Balma Oliver



Bc Edele



Charles Mitchell / Sufrider Foundation Oregon

Figura 1. Els últims anys, el microplàstics s'han erigit com un dels principals reptes a què s'enfronten les agendes polítiques mediambientals i conservacionistes. Per les seues característiques, aquestes peces diminutes han arribat fins i tot a contrades antàrtiques i s'han introduït en la cadena alimentària a través dels organismes que les ingereixen.

«Una vegada conclou la seua vida útil, només el 17 % del plàstic produït arreu del món es recicla»

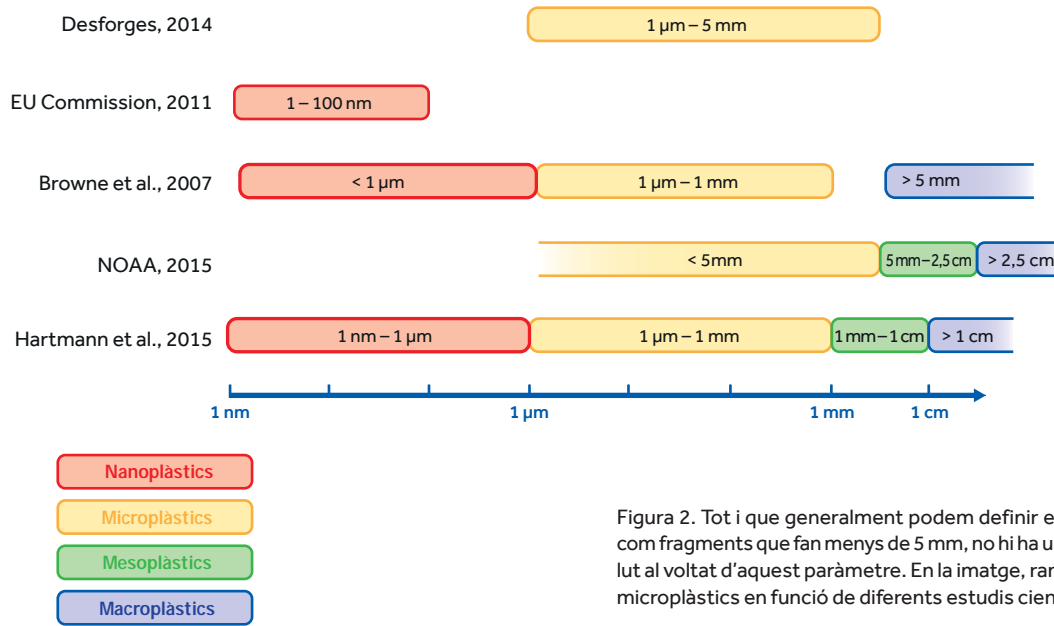


Figura 2. Tot i que generalment podem definir els microplàstics com fragments que fan menys de 5 mm, no hi ha un consens absolut al voltant d'aquest paràmetre. En la imatge, rang de mides dels microplàstics en funció de diferents estudis científics.

FONT: Rojo-Nieto i Montoto Martínez (2017)

entre un 60 % i un 95 % (NOAA, 2014), i d'aquests, el 80 % procedeixen de terra ferma i el 20 %, d'activitats desenvolupades en la mar. Les maneres com els plàstics entren en els oceans són variades i diverses, però principalment és a través del transport dels rius i la introducció des de la línia de costa, especialment en les zones densament poblades o industrialitzades (Rojo-Nieto i Montoto Martínez, 2017). De la mateixa manera, la tipologia i les dimensions dels plàstics condicionen enormement el seu impacte en el medi ambient i en els organismes, així com les eines que la comunitat científica utilitza per a solucionar aquesta problemàtica global. Els microplàstics constitueixen un dels principals reptes a què s'enfronten les agendes polítiques mediambientals i conservacionistes i, per aquesta raó, aquest article tractarà de donar una visió integral d'aquesta qüestió a la mar Mediterrània.

■ QUÈ SÓN ELS MICROPLÀSTICS?

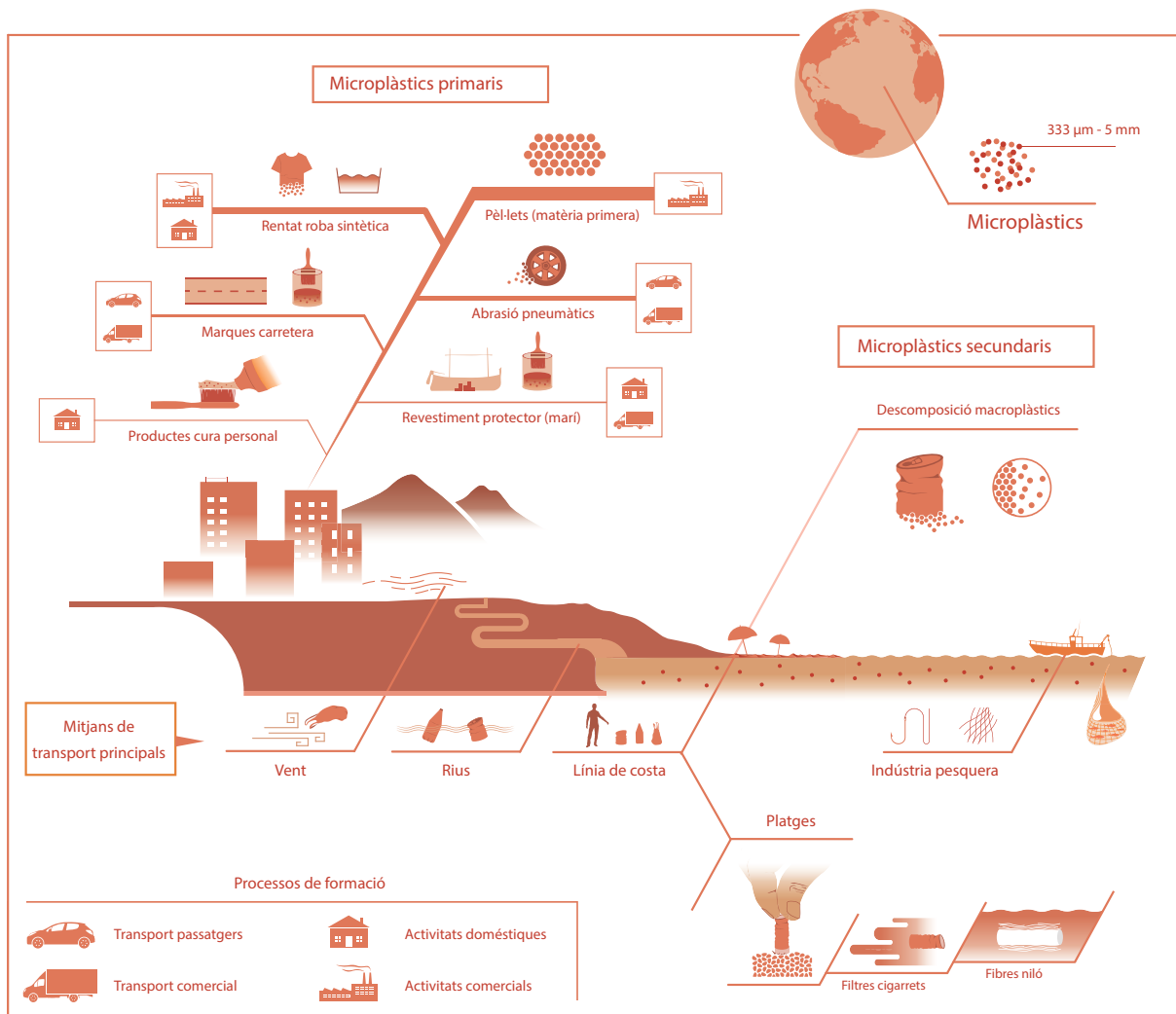
Els microplàstics es defineixen, generalment, com a fragments de plàstic que fan menys de 5 mm (UNEP, 2016), tot i que els experts encara no han arribat a un consens a l'hora de determinar el rang exacte de mesura (Figura 2). El seu ús s'ha estès a productes molt més quotidians, com ara partícules exfoliants en dentífrics i productes de cosmètica (Dauvergne, 2018). D'altra banda, per a la producció de macroplàstics s'utilitzen

unes esferes diminutes de resina anomenades *pèl-lets*. Aquests es posen en motlles i es fonen, perquè puguin adoptar la forma de l'objecte plàstic en el qual es transformaran. Els pèl-lets són un dels microplàstics més comuns en el medi marí. En la indústria química, altres tipus de microplàstics també s'afegeixen a les pintures, bé com a espessidors, bé com a abrasius, en el procés de granallatge del petroli i el gas.

La seua presència és global i ubiqua en la natura, en general, i en el medi marí en particular. Aquest fet és una conseqüència de l'enorme demanda i producció actual del plàstic, a més de la facilitat de dispersió i transport i la poca reactivitat que presenta.

Per tant, s'ha distribuït per tot arreu fins als ecosistemes més remots: des de l'aigua de pluja (Dris, Gasperi, Saad, Mirande i Tassin, 2016), fins a espècies àrtiques (Fang et al., 2018) o els sediments de l'oceà profund (Woodall et al., 2014). La necessitat d'estudiar els microplàstics independentment dels macroplàstics sorgeix dels resultats de nombrosos estudis que demostren que l'absència dels segons en una zona no garanteix que no pugui haver-hi dels primers (Blašković, Fastelli, Čižmek, Guerranti i Renzi, 2016). A partir dels anys setanta s'inicien les recerques dels microplàstics de manera diferenciada, i comencen a desenvolupar-se metodologies científiques específiques per a cobrir els buits de coneixement en aquest àmbit i definir els seus efectes específics en el medi marí (Van Cauwenberghe, Devriese, Galgani, Robben i Janssen, 2015).

«La presència de microplàstics és global i ubiqua en la natura, en general, i en el medi marí en particular»



Javier Sanlehi Hanson

■ CLASSIFICACIÓ DELS MICROPLÀSTICS

En funció de la manera com s'introdueixen en el medi marí i del seu origen, els microplàstics es poden classificar en microplàstics primaris i secundaris (Figura 3). D'una banda, els primaris s'hi introdueixen directament com a partícules menors de 5 mm. Segons Boucher i Friot (2017), el 95 % dels microplàstics primaris provenen d'activitats desenvolupades a terra ferma i només el 2 % d'activitats en el medi marí. Alguns d'aquests es «perden» durant el procés de fabricació, transport o reciclatge d'un producte (per exemple, pèl·lets), mentre que altres deriven del seu ús (per exemple, restes provinents de l'erosió dels pneumàtics, fibres de niló, micropèrles de cosmètics o additius de pintures). Les ràtios de pèrdues depenen principalment del tipus d'activitat de la qual provenen i són un indicador que ajuda a estimar el volum de microplàstics primaris que acaba a la mar (Boucher i Friot, 2017).

De l'altra, els microplàstics secundaris són producte de la degradació de macroplàstics, els quals, una vegada

Figura 3. Tipus de microplàstics que acaben als oceans. D'una banda, trobem els microplàstics primaris, que s'introdueixen en el medi marí amb una mida menor de 5 mm. Aquestes peces solen procedir d'activitats realitzades a terra ferma, des d'activitats de tipus industrial, com la producció de matèries primeres (pèl·lets), fins a d'altres de quotidianes, com llavar la roba (sobretot de materials sintètics). D'altra banda, els microplàstics secundaris provenen en bona part de la degradació de materials més grans, transportats pels rius o abandonats a la costa.

«Les mateixes dinàmiques de la costa afavoreixen el retorn dels macroplàstics a la línia costanera, recurrentment, fins que es transformen en microplàstics»

abandonats a la natura, acaben erosionats per processos fisicoquímics o biològics. La major part es formen després que els plàstics de grans dimensions hagen abandonat el curs del riu; és a dir, al litoral. A la costa, els plàstics queden exposats a la radiació solar, les onades i la salinitat; aquests factors els erosionen de tal manera que es decoloren, es modifica la seua estructura molecular i es fragmenten fins a adquirir mides per sota dels 5 mm. Alguns estudis demostren que les mateixes dinàmiques de la costa afavoreixen el retorn dels macroplàstics a la línia costanera, recurrentment, fins que es transformen en microplàstics secundaris (vegeu Isobe, Kubo, Tamura, Nakashima i Fujii, 2014). D'aquesta manera tendeixen a acumular-se a la línia de costa a partir de la qual es dispersaran mar endins amb major facilitat. D'altra banda, la degradació dels plàstics sempre és major a les platges que mar endins, ja que allà suporten una major radiació i erosió mecànica que a mar obert, on la temperatura de l'ambient és menor i els processos de colonització per part d'organismes sèssils (fenomen conegut com a *fouling*) protegiran els fragments de la llum solar. Els microplàstics secundaris són d'una naturalesa tan diversa com macroplàstics acaben a la mar. Els més comuns són els fragments rígids, laminats, fibres procedents de xarxes, fragments esponjosos, etc.

■ DISTRIBUCIÓ DE MICROPLÀSTICS A LA MEDITERRÀNIA

Els microplàstics han estat acumulant-se als oceans durant almenys quatre dècades (Thompson et al., 2004). La principal entrada de microplàstics a la Mediterrània és el transport a través dels 69 rius que hi desemboquen, dels quals els més importants són el Nil, el Po, l'Ebre i el Roine. Aquests rius transporten microplàstics procedents de les activitats que es realitzen a terra ferma, i la quantitat és major com més gran siga la densitat de població i el nivell de desenvolupament tecnològic dels nuclis urbans associats. A més, la presència o absència de sistemes d'aigües residuals, així com si aquests inclouen mecanismes de retenció de microplàstics, influirà enormement en el volum que acabarà a la mar. Un estudi estimà que durant l'any 2000 es van abocar 3,5 kilotones de microplàstics a la Mediterrània, els valors més elevats en comparació amb altres mars europeus (Siegfried, Koelmans, Besseling i Kroeze, 2017). Aquests màxims són conseqüència no només dels factors associats a les activitats que els produeixen, sinó també de les característiques particulars de la Mediterrània, que és una mar semitancada i, per tant, els processos d'acumulació de microplàstics dins de la seua conca es veuen afavorits per la baixa circulació de les aigües.

«El 95 % dels microplàstics primaris provenen d'activitats desenvolupades a terra ferma»

Una vegada a la mar, els microplàstics tendeixen a acumular-se a la línia de costa, des d'on es dispersaran a mar obert a través de l'onatge, els corrents marins, el vent i el transport vertical en la columna d'aigua. A més, la densitat pròpia de cada microplàstic, així com la colonització per *fouling*, condicionaran el seu desplaçament i zona de dipòsit. Per tant, els microplàstics més lleugers tendiran a surar i mantenir-se en les capes somes de la mar, mentre que els més densos s'enfonsaran i es dipositaran en els sediments profunds (Rojo-Nieto i Montoto Martínez, 2017). Els processos oceanogràfics que faciliten la transferència dels microplàstics a zones demersals són les cascades d'aigua estratificada de diverses densitats, les tempestes amb règims d'altres energies, les conveccions en mar obert i les subduccions salines (és a dir, moviments de masses d'aigua com a conseqüència de diferències en la temperatura i la salinitat) (Rojo-Nieto i Montoto Martínez, 2017).

Mentre que les zones d'acumulació de plàstics de gran mida estan força identificades a la Mediterrània, en l'estudi dels microplàstics no tenim tanta informació i existeixen encara moltes incògnites al voltant dels processos de transport i zones d'acumulació d'aquests. Per exemple, si bé a les zones de convergència

de corrents s'han trobat «illes de plàstic», on la concentració de plàstics en general és superior a d'altres, sembla que no hi ha tanta acumulació de microplàstics com es podria esperar (Cózar et al., 2014). Se sospita que aquests poden estar transferint-se a altres baules de l'ecosistema a través de processos de llast, de bioacumulació com a conseqüència de la ingestió per organismes o altres mecanismes de transferència encara desconeguts (Cózar et al., 2014). Altres punts on tendeixen a acumular-se els microplàstics són les zones amb baix hidrodinamisme, com ara Venècia o els ports de Bèlgica (Rojo-Nieto i Montoto Martínez, 2017).

Així doncs, podem concloure que trobarem la major part dels microplàstics al litoral, a les zones on convergeixen els corrents marins, les àrees amb baix hidrodinamisme i els sediments profunds. Cal afegir, però, que els microplàstics poden ser ingerits per organismes marins, de manera que s'introduiran en la cadena alimentària i poden ser transportats a regions llunyanes i bioacumulats dins la mateixa fauna.

■ L'IMPACTE DELS MICROPLÀSTICS EN EL MEDI MARI

Els microplàstics es consideren contaminants a molts nivells i produeixen efectes negatius tant en el medi físic

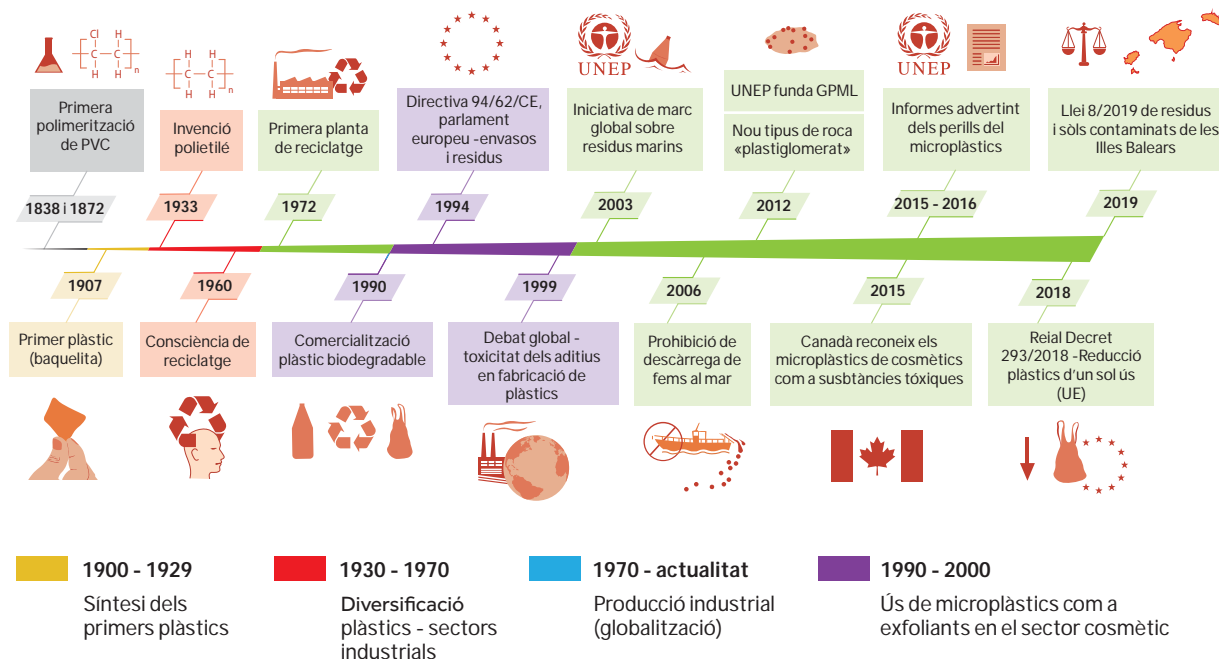


Figura 4. Cronologia de l'aparició del plàstic i la posterior regulació dels seus usos, des de la síntesi dels primers materials d'aquestes característiques a les darreres lleis que pretenen aturar la contaminació per plàstic, com la Llei de residus i sòls contaminats de les Illes Balears de 2019.

com en la biota marina. Segons Rojo-Nieto i Montoto Martínez, (2017), els principals impactes són, en primer lloc, l'acumulació i dispersió de substàncies tòxiques: els microplàstics actuen com a vectors de compostos tòxics. Aquests els poden haver adquirit com a additius durant el seu procés de fabricació o bé haver-los absorbit durant la seua exposició al medi marí. Alguns dels additius que s'hi han trobat són ftalats, bisfenol A i nonilfenols. D'altra banda, en l'ambient oceànic, els microplàstics tendeixen a acumular metalls pesants i contaminants orgànics hidròfobs, i arriben a concentrar-ne quantitats molt altes. Les toxines que transporten poden dispersar-se allà on els microplàstics s'acumulen, com ara la platja o l'interior de qualsevol organisme que els haja ingerit. En el segon cas, s'ha documentat que les toxines (en funció de quines s'haja absorbit i en quina quantitat) poden actuar com a disruptors endocrins o carcinògens. La perillositat que els contaminants poden tenir en la fauna marina està en funció tant de la concentració d'aquests en el microplàstic com del temps que romanen dins l'organisme o la seua posició dins la xarxa tròfica.

En segon lloc, els microplàstics provoquen l'alteració de les propietats físiques dels sediments: com s'ha

comentat adés, és comú que els microplàstics s'acumulen en els estrats sedimentaris, tant a les platges com en la plataforma continental marina o en els sediments profunds. Quan aquests s'acumulen, augmenten la permeabilitat del sediment i poden modificar els fluxos d'aigua i de distribució dels nutrients. D'altra banda, també poden fer disminuir les temperatures màximes del sediment i tenir efectes negatius en espècies com les tortugues marines, bé dilatant el període d'incubació dels ous o variant la ràtio de naixements de mascles i femelles (ja que aquesta depèn de la temperatura de la sorra on han fet el niu).

En tercer lloc, els microplàstics són vectors d'espècies exòtiques i patògens: quan els microplàstics arriben a la mar, al seu voltant tendeixen a formar-se biofilms; és a dir, un embolcall constituït per microorganismes i plàncton que s'hi adhereix. Quan això s'esdevé, funcionen com a vectors i dispersen espècies patògenes o exòtiques amb potencial invasor, les quals poden desequilibrar i posar en perill la biodiversitat dels ecosistemes marins. D'altra banda, la formació de biofilms desencadena el procés de colonització per altres organismes sèssils que, a poc a poc, llasten el microplàstic, el qual augmenta de pes i afavoreix el seu

«La principal entrada de microplàstics a la Mediterrània és el transport a través dels 69 rius que hi desemboquen»

desplaçament cap a zones més profundes, així com que es deposita al fons.

En quart lloc, a causa de les seues reduïdes dimensions, els microplàstics es confonen amb aliment i són ingerits per moltes espècies, des de cetacis, aus i peixos, fins a zooplàncton, esponges i organismes filtradors. Aquesta ingestió pot ser intencional, accidental o indirecta, ja que es poden confondre amb aliment, o poden ser ingerits conjuntament amb partícules de matèria orgànica o formant part de preses que l'han consumit prèviament. Els individus que han ingerit microplàstics poden patir trastorns alimentaris i bloquejos en el tracte intestinal, així com altres problemes fisiològics com el bloqueig dels òrgans filtradors o problemes reproductius. A més, els microplàstics poden introduir-se en els organismes a través de les brànquies (com s'ha observat en els crancs) des de les quals poden entrar en el sistema circulatori i incorporar-se al torrent sanguini. Amb tot, s'ha documentat que algunes espècies de poliquets (vermèlids marins) són capaces d'excretar els microplàstics que han ingerit sense patir danys associats. També cal afegir que els microplàstics es poden transferir a través de la xarxa tròfica; és a dir, es poden bioacumular en els organismes de compartiments superiors, com els grans depredadors, mamífers marins o aus aquàtiques. A mesura que es transfereixen i bioacumulen, la concentració dins els organismes pot ser cada vegada major i, per tant, el potencial tòxic que poden tenir els microplàstics pot anar també en augment.

Per últim, els microplàstics provoquen l'alteració de fluxos de matèria orgànica i migracions verticals planctòniques. Com ja s'ha dit, els microorganismes planctònics ingereixen microplàstics per error. Aquests poden ser excretats i formar part dels pèl·lets fecals que alhora serviran d'aliment a altres organismes de major grandària. Habitualment aquests pèl·lets fecals estan formats per matèria orgànica compacta i densa, de manera que s'enfonsen ràpidament i tenen taxes de sedimentació altes. En canvi, els microplàstics solen tenir densitats baixes i, en quedar adherits als pèl·lets fecals, redueixen la seua taxa de sedimentació i els mantenen en zones de la columna d'aigua superiors, el que facilita la reingestió o fragmentació.

■ LEGISLACIÓ, AVANÇOS CIENTÍFICS I INICIATIVES LOCALS

Les lleis específicament dirigides a solucionar el problema dels microplàstics són escasses, però, en canvi,

durant les darreres dècades s'ha teixit un marc legal a escala internacional, europea, estatal i autonòmica per a fer front a la contaminació per plàstics en general (Figura 4). Aquest marc se centra sobretot en mesures de regulació de la gestió dels residus, comercialització i producció de plàstics.

En l'àmbit internacional i europeu, el Programa de les Nacions Unides per al Medi Ambient (UNEP en les seues sigles en anglès) n'ha estat una de les organitzacions impulsores. A través de la Convenció de les Nacions Unides sobre el Dret de la Mar (1982) va incloure la contaminació per plàstics com una de les qüestions a tractar i va desenvolupar informes clau sobre el tema, com el *Marine plastic debris and microplastics: Global lessons and research to inspire action and guide policy change*, publicat en 2016. A més, aquest organisme va desenvolupar, durant la trobada a Honolulu de 2011, «l'Estratègia de Honolulu», el primer acord global que té per objectiu la reducció, prevenció i gestió dels residus plàstics.

De la mateixa manera, des del naixement de la Convenció de Barcelona per a la Protecció de la Mediterrània en 1975 s'han desenvolupat protocols, plans d'acció i marcs estratègics que inclouen mesures de gestió per a lluitar contra la contaminació per plàstics. Altres organitzacions internacionals, com la UNESCO i el Grup d'Experts en els Aspectes Científics de la

Protecció del Medi Marí, també han contribuït a elaborar informes i línies estratègiques en aquest àmbit. Durant la Convenció per a la Prevenció de Contaminació dels Vaixells de 1976 es va ratificar, en l'annex V, la prohibició d'abocar fems des dels iots. Per la seua banda, la Unió Europea incorpora, dins les estratègies marines, la contaminació per plàstic i microplàstics i també ha elaborat directives específiques emmarcades dins l'estratègia de residus amb aquest origen. Un exemple és la directiva 2015/720, que actualitza la normativa pel que fa a la reducció del consum de bosses de plàstic lleugeres i que està sent aplicada mitjançant una taxa en la seua comercialització al consumidor, o les directives 2006/07/EC i 2004/12/EC, que incideixen en les eines i estratègies de millora de la gestió de residus i els mecanismes de reciclatge. En 2018, aquesta estratègia es va revisar i van proposar-se nous reptes europeus a complir en 2030. D'altra banda, alguns països europeus, com Finlàndia, França, Itàlia o Suècia han implantat lleis específiques que prohibeixen l'ús de microperles de plàstic en cosmètica.

A escala estatal i autonòmica, l'Estat espanyol aplica les polítiques europees relatives a la contaminació

«Els microplàstics poden ser ingerits per organismes marins i introduir-se així en la cadena alimentària»

per plàstics, a través de la Llei de residus i sòls contaminats de 2011, basada en la Directiva marc de residus europea. A més, a través de l'aplicació de les estratègies marines i la Directiva marc de l'aigua, la comunitat científica controla la contaminació per plàstics en els ecosistemes marins i les masses d'aigua. D'altra banda, per a complir els requisits de l'estratègia dels plàstics de la Comissió Europea, en 2018 es va promulgar el Reial decret 293/2018, de 18 de maig, sobre reducció del consum de bosses de plàstic, pel qual es crea el Registre de Productors de Residus (amb un apartat específic per a fabricants de bosses de plàstic). Aquest reial decret ha començat a ser d'obligat compliment en 2020. Algunes comunitats autònomes s'avançaren a la seua aplicació i van fer les seues pròpies lleis, com és el cas de la Llei de residus i sòls contaminats de les Illes Balears, promulgada en 2019.

Finalment, els científics i les organitzacions conservacionistes també treballen per a augmentar el coneixement d'aquesta problemàtica, així com per a sensibilitzar la societat i trobar solucions a un problema que ens afecta a tots i a totes. Alguns exemples són el projecte Nixe 3, que començà en 2010 i monitorea residus plàstics a les illes Balears, entre altres línies de recerca. A partir de les dades que recullen, volen esbrinar en quins punts els corrents oceànics acumulen plàstics. Un altre exemple seria el projecte de ciència ciutadana Plàstic 0 d'Observadors del Mar, l'objectiu del qual és analitzar la quantitat de microplàstics que hi ha a les platges a través de la col·laboració entre el sector educatiu i els científics del CSIC. A les Pitiüses, aquest projecte el desenvolupa des de 2017 el GEN-GOB Eivissa, de manera que s'ha aconseguit monitorar deu platges d'Eivissa i Formentera i implicar la gran majoria de centres educatius en la iniciativa. Altres organitzacions com Rezero, Plastic Free o Nasti de Plàstic treballen activament en l'organització de neteges de platja i encoratjant la població perquè adopte uns hàbits de consum més sostenibles i s'obri el camí cap a un futur amb menys producció global de plàstic.

El conjunt de la societat hem d'utilitzar totes les ferramentes que tinguem al nostre abast per tal de trobar solucions a la contaminació per microplàstics, una amenaça que moltes vegades passa desapercibuda però que és un dels majors problemes a escala global al qual ens hem d'enfrontar. Trobar materials alternatius al plàstic, reduir-ne la producció i evitar el consum d'envasos d'un sol ús són les principals respostes que s'estan considerant, i que haurem d'adop-

tar per responsabilitat social i ambiental amb la salut de l'espècie humana, dels ecosistemes marins i de la natura. 🌱

REFERÈNCIES

- Andrady, A. L., & Neal, M. A. (2009). Applications and societal benefits of plastics. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B*, 364, 1977–1984. doi: [10.1098/rstb.2008.0304](https://doi.org/10.1098/rstb.2008.0304)
- Blašković, A., Fastelli, P., Čižmek, H., Guerranti, C., & Renzi, M. (2016). Plastic litter in sediments from the Croatian marine protected area of the natural park of Telašćica bay (Adriatic Sea). *Marine Pollution Bulletin*, 114(1), 583–586. doi: [10.1016/j.marpolbul.2016.09.018](https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.09.018)
- Boucher, J., & Friot, D. (2017). *Primary microplastics in the oceans: A global evaluation of sources*. Gland: IUCN.
- Cózar, A., Echevarría, F., González-Gordillo, J. I., Irigoien, X., Úbeda, B., Hernández-León, S., ... Duarte, C. M. (2014). Plastic debris in the open ocean. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(28), 10239–10244. doi: [10.1073/pnas.1314705111](https://doi.org/10.1073/pnas.1314705111)
- Crawford, C. B., & Quinn, B. (2017). Plastic production, waste and legislation. En *Microplastic pollutants* (p. 39–56). Amsterdam: Elsevier. doi: [10.1016/C2015-0-04315-5](https://doi.org/10.1016/C2015-0-04315-5)
- Dauvergne, P. (2018). The power of environmental norms: Marine plastic pollution and the politics of microbeads. *Environmental Politics*, 27(4), 579–597. doi: [10.1080/09644016.2018.1449090](https://doi.org/10.1080/09644016.2018.1449090)
- Dris, R., Gasperi, J., Saad, M., Mirande, C., & Tassin, B. (2016). Synthetic fibers in atmospheric fallout: A source of microplastics in the environment? *Marine Pollution Bulletin*, 104(1-2), 290–293. doi: [10.1016/j.marpolbul.2016.01.006](https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.01.006)
- Fang, C., Zheng, R., Zhang, Y., Hong, F., Mu, J., Chen, M., ... Bo, J. (2018). Microplastic contamination in benthic organisms from the Arctic and sub-Arctic regions. *Chemosphere*, 209, 298–306. doi: [10.1016/j.chemosphere.2018.06.101](https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2018.06.101)
- Isobe, A., Kubo, K., Tamura, Y., Kako, S., Nakashima, E., & Fujii, N. (2014). Selective transport of microplastics and mesoplastics by drifting in coastal waters. *Marine Pollution Bulletin*, 89(1-2), 324–330. doi: [10.1016/j.marpolbul.2014.09.041](https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2014.09.041)
- NOAA. (2014). *Turning the tide on trash: A learning guide on marine debris*. Consultat en <https://marinedebris.noaa.gov/turning-tide-trash>
- Rojó-Nieto, E., & Montoto Martínez, T. (2017). Basuras marinas, plásticos y microplásticos: Orígenes, impactos y consecuencias de una amenaza global. Consultat en <https://spip.ecologistasenaccion.org/IMG/pdf/informe-basuras-marinas.pdf>
- Siegfried, M., Koelmans, A. A., Besseling, E., & Kroeze, C. (2017). Export of microplastics from land to sea. A modelling approach. *Water research*, 127, 249–257. doi: [10.1016/j.watres.2017.10.011](https://doi.org/10.1016/j.watres.2017.10.011)
- Thompson, R. C., Olsen, Y., Mitchell, R. P., Davis, A., Rowland, S. J., John, A. W. G., ... Russell, A. E. (2004). Lost at sea: Where is all the plastic? *Science*, 304(5672), 838. doi: [10.1126/science.1094559](https://doi.org/10.1126/science.1094559)
- UNEP. (2016). *Marine plastic debris and microplastics – Global lessons and research to inspire action and guide policy change*. Nairobi: United Nations Environment Programme.
- Van Cauwenberghe, L., Devriese, L., Galgani, F., Robben, S. J., & Janssen, C. R. (2015). Microplastics in sediments: A review of techniques, occurrence and effects. *Marine Environmental Research*, 111, 5–17. doi: [10.1016/j.marenvres.2015.06.007](https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2015.06.007)
- Woodall, L. C., Sanchez-Vidal, A., Canals, M., Paterson, G. L. J., Coppock, R., Sleight, V., ... Thompson, R. C. (2014). The deep sea is a major sink for microplastic debris. *Royal Society Open Science*, 1(4), 140317. doi: [10.1098/rsos.140317](https://doi.org/10.1098/rsos.140317)

BALMA ALBALAT OLIVER. Tècnica i educadora ambiental. Graduada en Ciències del Mar per la Universitat d'Alacant.