



Figura 1. Albatros de Midway, atolón situado en la gran mancha de basura del Pacífico norte. Fotografía: Chris Jordan, 2009 (CC BY 2.0).

Dicha proliferación se debe a las enormes cantidades de plásticos que se producen en el mundo (más de 322 millones de toneladas en 2015) y a su resistencia a la degradación, que permite que prácticamente

todo el plástico que se ha sintetizado en la historia siga viajando por el ambiente. Se estima que el océano contiene cerca de 80 millones de toneladas de basura plástica, a las que se agregan 10 millones de toneladas cada año. A semejante ritmo, la cantidad de plástico en los océanos podría igualarse a la de los peces en 2050. ¿Cómo llega ahí?: por pérdidas en los sistemas de recolección y confinamiento de los residuos, por operaciones de pesca, por vertidos ilegales, por escurrimientos de agua procedentes de las ciudades o por desastres naturales.

■ **Residuos de tamaño muy pequeño**

Los hallazgos del capitán Moore también señalaron la importancia de un contaminante al que no se le había prestado la atención suficiente: los microplásticos (véase la Figura 2). Éstos son trocitos de plástico con un tamaño máximo de cinco milímetros, aunque en su mayor parte se trata de partículas



Figura 2. Microplásticos del Río Patapsco (Maryland, Estados Unidos). Fotografía: Lance Yonkos, 2015 (CC BY).

aun más pequeñas, como el punto que encontrarás al final de esta oración.

Los microplásticos pueden clasificarse en dos grupos según su origen. Los *primarios* son partículas fabricadas originalmente con un tamaño pequeño y luego adicionadas a formulaciones comerciales, sobre todo cosméticas. Estas “microesferas” se agregan como exfoliantes a jabones, cremas y pastas de dientes, o bien para dar color y textura a pinturas y recubrimientos. Por otra parte, los microplásticos *secundarios* se generan a partir de la fractura de los plásticos desechados al ambiente, y son mucho más abundantes que los primarios. Aunque los plásticos convencionales no se biodegradan, sí se debilitan y fragmentan por la acción de la luz solar y otros factores ambientales (por ejemplo, el oleaje en alta mar). Entre más tiempo permanezca un objeto plástico en el ambiente, más se fragmentará en trozos pequeños, que aun así persistirán por larguísimo periodos.

El tamaño pequeño de los microplásticos facilita que una gran variedad de organismos acuáticos los acabe ingiriendo; asimismo, los trocitos van pasando a través de las cadenas alimenticias. Además, son difíciles de detectar y de medir, y es prácticamente imposible retirarlos de los océanos con los medios tecnológicos actuales. Adicionalmente, aunque se les asocia más con el medio marino, su presencia en los cuerpos acuáticos continentales empieza a documentarse de forma abundante. Por estas razones el Programa de las Naciones Unidas por el Medio Ambiente ya los considera como un problema emergente de escala mundial.

■ Los microplásticos textiles: qué son y de dónde vienen

■ Los microplásticos textiles son los más comunes; se estima que representan más de 85% de los microplásticos en los océanos y alrededor de 70% de los que se encuentran en los Grandes Lagos de Norteamérica. Son residuos con forma de hilos alargados, con un ancho promedio de 30 **micrones** y una longitud hasta 200 veces mayor. Éstos provienen del desgaste de las fibras sintéticas como el poliéster o el nailon, y por lo tanto son microplásticos secundarios.

La razón de que sean tan abundantes es, sin duda, la enorme cantidad de fibras sintéticas que se fabrican en el mundo, y que no ha dejado de aumentar desde que en 1938 se patentó la primera de ellas: el nailon. Este material es una **poliamida**, al igual que la lana o la seda; de hecho, el químico que la inventó, de la empresa Dupont, buscaba emular sus características. El versátil material se usó primero para fabricar cerdas de cepillos de dientes y medias femeninas; luego, durante la Segunda Guerra Mundial, se reservó para fines bélicos, como la manufactura de cuerdas y paracaídas.

En 1950 un grupo de científicos de la compañía británica ICI (Imperial Chemical Industries) inventó el poliéster, que desde 2002 domina el mercado de las fibras textiles. Para producirlo se hacen reaccionar dos derivados del petróleo, el ácido tereftálico y el etilenglicol, a alta temperatura. La mezcla viscosa que resulta, y cuyo nombre químico es tereftalato de polietileno (PET por sus siglas en inglés), puede emplearse para hacer fibras (el poliéster), o bien envases desechables de bebidas. En la década de 1980 se desarrolló un procedimiento para reciclar estos envases en fibras de poliéster; de este modo, una parte de la lana sintética (sí, ese tejido suave, ligero y abrigador que encuentras en tus suéteres, pijamas y chamarras) se fabrica con una mezcla de poliéster virgen y reciclado (véase la Figura 3A).

Las fibras sintéticas representan 60% de la producción mundial (sólo el poliéster constituye 50% del total), seguidas por el algodón (30%) y fibras variadas (como la lana y las fibras naturales transformadas químicamente, como el rayón, con el restante 10%).

◀ Poliamida

Macromolécula compuesta por unidades que se repiten, unidas por enlaces de tipo amida (–CO–NH–).



Figura 3. A) Lana sintética a base de poliéster; B) acercamiento a las fibras de la lana sintética. Crédito: Geoffrey Fairchild/Flickr (CC BY), NOAA, The Rozalia Project.

◀ Micrón

La milésima parte de un milímetro.



En 2014 se fabricaron 70 millones de toneladas de fibras textiles, que se convirtieron en 400 000 km² de telas (casi suficientes para cubrir todo Paraguay). Aunque hoy el nailon se produce mucho menos que el poliéster, aún tiene nichos de mercado específicos: la manufactura de alfombras, redes de pesca, piezas de automóvil, bolsas de aire, cuerdas de guitarra, y todavía para fabricar cerdas de cepillos de dientes.

Entonces, los microplásticos textiles que ahora encontramos en el ambiente se desprenden de estos tejidos sintéticos, en particular de poliéster (véase la Figura 3B). En un inicio se pensó que se desprendían principalmente durante el lavado de las prendas, y algunos estudios parecían confirmarlo. En una de las primeras investigaciones se determinó que una sola pieza podía producir más de 1 900 fibras por lavado, y se llegó a la conclusión de que el agua de enjuague de las lavadoras era la fuente más importante de microplásticos textiles contaminantes. Lo anterior implicaba también que las plantas de tratamiento de aguas residuales no eran muy eficientes para removerlos, puesto que se encontraban en enormes cantidades en el medio acuático.

Sin embargo, en estudios muy recientes se ha determinado que numerosas plantas de tratamiento municipales pueden eliminar hasta 96% de los microplásticos textiles contenidos en las aguas residuales. Si este dato se confirma, significa que deben existir otras vías de llegada de los microplásticos textiles al ambiente además de la ruta: lavadora → agua residual doméstica → planta de tratamiento → ríos → océanos. La vía que empieza a señalarse es la desintegración “en seco”, debida al uso cotidiano de las prendas y a su exposición a los factores ambientales. Cada doblez y rozadura de los tejidos, sintéticos o no, contra otro material puede desprender fibras, tal como saben perfectamente los expertos en ciencia forense o cualquiera que haya limpiado su clóset. Las fibras desprendidas se dispersan luego aleatoriamente, en función de su tamaño y densidad, y se depositan

sobre amplias superficies, en ambientes cerrados o abiertos. En un estudio reciente realizado en París, se encontró que podían depositarse, desde la atmósfera, entre 2 y 355 partículas por metro cuadrado al día. Casi la totalidad de estas partículas depositadas por los vientos o la lluvia eran fibras textiles, y aunque la mitad de ellas eran naturales, los autores de la investigación estimaron que la aglomeración parisina podía estar recibiendo entre 3 y 10 toneladas anuales de microplásticos textiles por este mecanismo.

Con el paso del tiempo, el uso de los textiles sintéticos por parte de millones de personas, y la dispersión por vía acuática y atmosférica de las fibras desprendidas, constituirían una consecuencia ambiental más de nuestro estilo de vida, en particular de nuestras elecciones de consumo; algo así como una estela que delataría nuestro paso como homínidos (vestidos) por este planeta.

■ ■ ■ **Chiquitas pero peligrosas**

■ Las fibras textiles provocan consecuencias ambientales semejantes a las de los microplásticos. Por su tamaño pequeño, una gran variedad de organismos





acuáticos puede ingerirlas, lo que también hace posible que pasen a través de las cadenas alimenticias. Es así que 62% de las langostas (*Nephrops norvegicus*) que un equipo de investigadores recolectó del fiordo de Clyde, en Escocia, contenían microplásticos textiles, que pudieron haber tomado directamente del agua que las rodeaba o a través de su alimento habitual (gusanos y peces).

La ingestión tiene varios efectos: por un lado, los microplásticos textiles pueden excretarse, pero también bloquear el tracto digestivo, moverse a otros órganos y acumularse. Su presencia ha sido asociada a necrosis celular, inflamación, laceraciones, e incluso asfixia y muerte. Por otro lado, en estudios llevados a cabo en anélidos (*Arenicola marina*) y en cangrejos (*Carcinus maenas*), se observó que la ingestión de microplásticos textiles disminuyó la cantidad de alimento consumido e hizo que los animales perdieran peso. Dado que los ejemplares observados no disminuyeron su actividad normal, los investigadores predijeron su inanición a largo plazo.

También se han documentado los efectos en especies de agua dulce, como los crustáceos *Hyalella azteca* y *Daphnia magna*. En otros casos, como el anélido *Saccocirrus*, la ingestión de microplásticos texti-

les no causó ningún efecto observable por los investigadores. Sin embargo, la presencia cada vez más insidiosa en los organismos marinos que consumimos (sardinas, ostras, almejas y pescado), e incluso en la sal de mesa y en el agua embotellada, nos indica que posiblemente los microplásticos textiles estén regresando a nosotros por la vía de nuestra dieta.

Otro aspecto importante es que los microplásticos textiles pueden ser una fuente de contaminantes tóxicos. Incluso antes de que se conociera el problema, la industria textil ya era considerada —y con justicia— como una de las más contaminantes. En particular, el procesamiento en húmedo de tejidos requiere una gran cantidad de sustancias tóxicas: pesticidas, solventes, colorantes, retardantes de flama, estabilizadores de color, plastificantes y detergentes. En un

monitoreo de prendas fabricadas por más de 20 compañías, y compradas en 27 países, todos los artículos dieron positivo para los etoxilatos de nonilfenol, que se emplean comúnmente como detergentes. Al degradarse, estas sustancias forman nonilfenol, que es un conocido estrógeno ambiental que interfiere con la acción hormonal. Muchos de los compuestos peligrosos que se usan en la manufactura y el acabado de los tejidos se han detectado también en el agua de enjuague de las lavadoras domésticas, lo que demuestra la capacidad contaminante de los textiles durante su uso cotidiano.

Asimismo, los microplásticos textiles tienen una gran capacidad para adsorber, es decir, atraer a su superficie contaminantes presentes en el agua. Debido a que poseen un área superficial muy grande con relación a su volumen, son como imanes que atraen los metales pesados y compuestos **hidrófobos** como los pesticidas; de esta manera, los concentran en su superficie (y en la de los microplásticos en general) a niveles mayores que en el agua circundante. Conforme el microplástico “envejece” en el agua, aumenta su porosidad; esto a su vez incrementa su capacidad para adsorber contaminantes tóxicos. Todos estos contaminantes, tanto los provenientes de

◀ Hidrófobo

Compuestos o materiales que repelen el agua.



los microplásticos textiles como los recogidos del agua, podrían liberarse al ser ingeridos por un pequeño crustáceo marino o por nosotros, lo que aumentaría la carga de compuestos químicos tóxicos –ya de por sí alta– que soportan nuestros cuerpos.

■ ■ ■ **¿Adicto a la *moda rápida*?**

Aunque la industria textil global tiene algunas iniciativas para “limpiar” sus procesos y sus productos, recordemos que éstos por lo general se manufacturan en países en vías de desarrollo, donde la mano de obra es barata y la legislación e inspección gubernamental son deficientes o nulas. Es así que las marcas de la llamada *moda rápida* pueden elaborar prendas a precios tan bajos, y con una calidad tan cuestionable que muchos consumidores las consideran desechables. Además, como renuevan sus inventarios semanal o incluso diariamente, estas marcas siempre están ofreciendo algo nuevo a sus principales clientes: las mujeres jóvenes. El resultado es que compramos cada vez más ropa que no necesitamos (ni deseamos)

realmente. Tras una encuesta, se estimó que las mujeres estadounidenses poseían en promedio 550 dólares en ropa que ni siquiera habían estrenado, y que sus clósets crecían al ritmo de una nueva prenda a la semana.

Obviamente, toda esta cantidad de prendas en algún momento llegará a los basureros o al mercado de ropa de segunda mano, donde la demanda tiende a decrecer. En México hoy se desechan más de 740000 toneladas de textiles al año (contra 574000 toneladas en 2011), y se prevé que esta cantidad siga incrementándose. Aunque no todo corresponde a las fibras sintéticas, estos residuos representan un problema por el espacio que ocupan y por el tiempo que toma su degradación, durante el cual seguirán liberando microplásticos.

Por consiguiente, una de las soluciones más evidentes para resolver este problema es disminuir el consumo de *moda rápida* y regresar a las prendas elaboradas a partir de fibras naturales. Quizá no sean tan baratas como las que abundan en los centros comerciales, pero invertir en más calidad y durabilidad

es una medida sensata de consumo responsable. Otra solución podría provenir de unos pequeños artefactos que se colocan en las lavadoras y secadoras para captar los microplásticos textiles e impedir que alcancen el medio acuático; éstos ya existen en el mercado, al igual que unas bolsas que, al introducir en ellas los tejidos sintéticos, logran el mismo objetivo.

También tendrá que revisarse la legislación referente a los insumos de la industria textil, y prohibir a nivel global el uso de ciertos compuestos químicos, como los etoxilatos de nonilfenol. Por último, deberemos empezar a considerar a los microplásticos como contaminantes, cuya presencia ambiental hay que prevenir y también controlar con nuevas técnicas de monitoreo y normas que los limiten en nuestros alimentos y fuentes de abastecimiento de agua.

Gabriela A. Vázquez Rodríguez

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.
gvazquez@uaeh.edu.mx



Lecturas recomendadas

Cline, E. (2014), *Moda desechable*, México, Paidós.
Freinkel, S. (2012), *Plástico - Un idilio tóxico*, México, Tusquets.
The Story of Stuff Project (2017), *The story of microfibers*. Disponible en: <<https://storyofstuff.org/movies/story-of-microfibers/>>. Consultado el 15 de febrero de 2018.