



Los aditivos tóxicos del plástico y la economía circular

Septiembre 2020

Reconocimientos

La preparación de esta publicación fue coordinada por el Centro de Actividad Regional para el Consumo y la Producción Sostenibles (Regional Activity Centre for Sustainable Consumption and Production), un Centro Regional designado por los Convenios de Barcelona y de Estocolmo - con el valioso apoyo de IPEN. Asimismo, los miembros del Grupo Temático sobre Basura Marina (cuyos miembros aparecen en el Anexo que aparece al final de este documento) contribuyeron a la preparación del documento, pero los miembros individuales (y las organizaciones a las que representan) no están necesariamente comprometidos con cada uno de los puntos de vista aquí expresados.

Septiembre de 2020

(versión actualizada y revisada de marzo de 2019)

Prefacio

Esta publicación titulada Los aditivos tóxicos del plástico y la economía circular se basa tanto en informes y publicaciones científicas recientes como en la experiencia y los conocimientos de los miembros del Grupo Temático sobre Basura Marina, cuyos nombres aparecen enlistados en el Anexo de este documento. La publicación describe un número de temas generales referentes a problemas asociados con los plásticos y los desafíos que implica la adopción del enfoque de la economía circular, con atención particular a los problemas relacionados con los aditivos químicos.

Existe una amplia variedad de aditivos químicos, muchos de los cuales se han identificado como Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP) que actualmente aparecen en la lista del Convenio de Estocolmo, como son, por ejemplo, muchos de los retardantes de llama bromados. Sin embargo, debido a las excepciones existentes, todavía se siguen utilizando muchas de esas sustancias químicas. El Convenio, no obstante, todavía no aborda otros COP potenciales. Existe, por lo tanto, una gama de cuestiones que probablemente aún se necesiten abordar para poder avanzar hacia una economía circular ya que la producción o el reciclado de plásticos que contienen COP, o COP potenciales, seguirán exponiendo a los ecosistemas y a las personas a sustancias químicas dañinas.

Igualmente, los Convenios de Basilea y de Estocolmo reconocen que los desechos plásticos pueden contener sustancias potencialmente peligrosas, incluyendo aditivos como plastificantes y retardantes de llama, o pueden estar contaminados con sustancias peligrosas y, como tales, pueden representar un riesgo para la salud humana y el medio ambiente, incluyendo los ecosistemas marinos. Considerando la variedad de aditivos utilizados en los productos de plástico y su detección en desechos de macro y micro plásticos recolectados por medio de estudios, únicamente es de esperarse que se encuentren en matrices ambientales –en el agua, los sedimentos y la biota– y puedan representar una preocupación ambiental central (1). La presencia de aditivos tóxicos es potencialmente una restricción grave al reciclado de plásticos y al avance hacia una economía circular.

El Centro de Actividad Regional para el Consumo y la Producción Sostenibles (SCP/RAC por sus siglas en inglés), el centro regional tanto del Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes (SCRC-España) como del Convenio de Barcelona para la Protección del Medio Marino y de la Región Costera del Mediterráneo, prepararon este informe y originalmente lo difundieron como un Documento Informativo para Delegados para la Conferencia de las Partes de los Convenios de Basilea y Estocolmo de 2019 (UNEP/CHW.14/INF/29/Add.1 y UNEP/COPS/COP.9/INF/28/Add.1). Se desarrolló este informe con la participación activa de otros centros regionales de los Convenios de Basilea y Estocolmo, además de organizaciones internacionales y expertos que se unieron al Grupo Temático sobre Basura Marina ([Ver anexo](#)).

Para que este informe resulte más accesible para instituciones científicas, formuladores de políticas y organizaciones de interés público, el SCP/RAC colaboró con la Red Internacional para la Eliminación de Contaminantes (International Pollutants Elimination Network/IPEN), para formatear, traducir y distribuir este informe.

Aunque no se alteró el contenido del informe, se eliminaron algunos textos específicos más detallados de la introducción y la conclusión que sólo son de relevancia para los delegados presentes en las reuniones de los Convenios de Basilea y Estocolmo de 2019 y, por lo tanto, se reordenaron ligeramente algunos párrafos. El documento informativo original en inglés está [disponible en línea aquí](#).

Este documento informativo que fuera preparado para la COP de los Convenios de Basilea, Rotterdam y Estocolmo (BRS) de 2019, complementa otro documento informativo preparado por el SCP/RAC junto con el Grupo Temático sobre Basura Marina para la COP de los Convenios BRS de 2017 sobre “Basuras marinas, plásticos y micro plásticos y sus componentes químicos tóxicos: la necesidad de medidas preventivas urgentes”. Este primer documento informativo posteriormente se transformó en una publicación científica ([disponible en línea aquí](#)).

SCRC-España actualmente está trabajando con la Subdivisión de Productos Químicos y Salud del PNUMA, para desarrollar más información relacionada con el tema de esta publicación y en los próximos meses, se divulgarán informes nuevos.

Prólogo 1: El Convenio de Barcelona y la Secretaría de los Convenios de BRS

La contaminación generada por los plásticos y, en particular, la basura plástica marina es un problema muy complejo y multidimensional. Actualmente está siendo abordado por un número impresionante de partes interesadas en todos los niveles. La encuesta de balance para reducir la basura plástica marina y los microplásticos realizada por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) en el marco del grupo de expertos ad hoc de composición abierta sobre basura marina y microplásticos ilustra esos esfuerzos en todo el mundo. Sin embargo, reconocemos que los esfuerzos deben intensificarse aún más y estar bien coordinados para revertir las dramáticas tendencias de los impactos de los plásticos en el medio ambiente y la salud humana.

Como se conoce hoy en día, los plásticos pueden permanecer en el medio ambiente durante cientos de años y pueden descomponerse en micro y nanoplásticos que podrían ser absorbidos por los organismos y entrar en la cadena alimentaria. Hay otro aspecto de la contaminación plástica que es casi invisible pero igualmente importante: los componentes químicos tóxicos utilizados en la producción de plástico podrían permanecer en los flujos de desechos. Damos la bienvenida a esta nueva publicación que arroja luz sobre este aspecto que requiere acciones inmediatas si queremos avanzar hacia una economía circular más segura.

Los tres convenios mundiales sobre productos químicos y desechos, el Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación, el Convenio de Rotterdam sobre el procedimiento de consentimiento fundamentado previo aplicable a ciertos plaguicidas y productos químicos peligrosos objeto de comercio internacional y el Convenio de Estocolmo sobre contaminantes orgánicos persistentes (Convenios BRS) y un convenio regional sobre el mar, el Convenio de Barcelona para la protección del medio marino y costero en el Mediterráneo comparten preocupaciones y prioridades comunes, como la cuestión de la basura plástica marina y los microplásticos, la gestión ambientalmente racional de los desechos plásticos y componentes plásticos potencialmente peligrosos. El Memorando de Entendimiento para un marco de cooperación mejorado entre la Secretaría de BRS y la Secretaría del Convenio de Barcelona, firmado en Ginebra en diciembre de 2018, tiene como objetivo promover estos objetivos y metas comunes. La coordinación establecida por las Secretarías constituye un muy buen ejemplo de articulación entre los niveles global y regional.

El mar Mediterráneo está considerado como una de las zonas más afectadas por la basura marina en el mundo. La basura marina es una preocupación urgente para los ecosistemas marinos y costeros con sus especies en peligro de extinción en el Mediterráneo, con impactos en la salud humana así como en el sector turístico, particularmente aquellos concentrados a lo largo de las costas. Por lo tanto, el PNUMA / Plan de Acción para el Mediterráneo (MAP) lleva mucho tiempo dedicando esfuerzos a abordar el problema de la basura marina en la Región del Mediterráneo bajo el mandato del Convenio de Barcelona y mediante un Plan de Acción Regional especialmente vinculante sobre la basura marina.

A nivel regional, iniciativas en curso como la iniciativa Plastic Busters están estudiando actualmente el impacto de las sustancias tóxicas liberadas por los plásticos en la biota mediterránea. Además de las consecuencias perjudiciales que puede conllevar la ingestión de plásticos por la biota marina, las preocupantes consecuencias ambientales de la basura marina podrían afectar potencialmente a la biota marina tanto por su naturaleza física si se ingieren como por la transferencia de productos químicos asociados con ellos, incluidos los contaminantes orgánicos persistentes (COP), y sustancias químicas disruptoras endocrinas (EDC). La cuenca del Mediterráneo se considera uno de los puntos críticos de biodiversidad del mundo y es de suma importancia preservarla.

A nivel mundial, los convenios de Basilea, Rotterdam y Estocolmo proporcionan un marco para proteger la salud humana y el medio ambiente de los productos químicos y los desechos peligrosos mediante un enfoque de ciclo de vida. En su reunión de 2019, la Conferencia de las Partes del Convenio de Basilea enmendó el Convenio para controlar mejor los desechos plásticos bajo su marco legalmente vinculante, lo que hará que el comercio mundial de desechos plásticos sea más transparente y estrictamente regulado. Las enmiendas también reconocieron el daño causado por una variedad de desechos plásticos que contienen aditivos peligrosos. Las nuevas entradas agregadas por las enmiendas entrarán en vigencia a partir del 1 de enero de 2021. Además, las Partes establecieron la “Asociación de Residuos Plásticos”, una nueva asociación mundial de múltiples partes interesadas para movilizar a los actores empresariales, gubernamentales, académicos y de la sociedad civil para abordar la contaminación plástica.

Haciéndose eco de esos esfuerzos, el Convenio de Estocolmo enumera varias sustancias que se utilizan como aditivos químicos en los plásticos para su eliminación, incluidos muchos de los retardantes de llama bromados. Estas sustancias también están sujetas al procedimiento de consentimiento fundamentado previo en virtud del Convenio de Rotterdam.

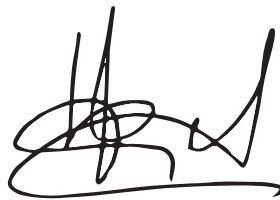
Finalmente, los convenios de Estocolmo y Barcelona cuentan con el apoyo de una organización, en su calidad de Centro Regional del Convenio de Estocolmo y Centro de Actividad Regional para el Consumo y la Producción Sostenibles (SCP/RAC), con sede en Barcelona, que forja conexiones entre lo global y lo regional. niveles y brinda interesantes oportunidades para acciones para combatir la contaminación plástica.

El presente informe es el resultado de un esfuerzo de colaboración liderado por SCP / RAC para ilustrar aún más una variedad de problemas potenciales que pueden surgir durante el ciclo de vida de los plásticos debido a la presencia de químicos tóxicos, y brinda recomendaciones para seguir adelante. El informe sirve para comprender mejor el problema en el contexto de la implementación de una economía circular y para promover acciones para reducir la toxicidad de los plásticos.



Gaetano Leone

Coordinador, Programa de las Naciones Unidas
para el Medio Ambiente / Unidad de Coordinación
del Plan de Acción del Mediterráneo Secretaría del
Convenio de Barcelona



Rolph Payet

Secretario Ejecutivo de la Secretaría de BRS



Enrique de Villamore

Director, SCP/RAC

Prólogo 2: IPEN

El aumento de la producción de plásticos está creando tiraderos masivos de plástico usado por todo el planeta y está convirtiendo océanos prístinos en basureros de plásticos. Lamentablemente, los plásticos implican otro peligro menos visible: la amenaza para la salud humana que representan las sustancias químicas tóxicas que se encuentran en la mayoría de los productos de plástico, incluyendo los juguetes para niños, el envasado de alimentos, los productos para la cocina, la ropa, los productos electrónicos y muchísimos otros productos de consumo cotidiano.

Por una amplia gama de razones, a los productos de plástico se les añaden diferentes sustancias químicas que pueden tener profundos efectos dañinos sobre la salud humana. Incluso pequeñas cantidades de estos aditivos plásticos que se les añade al plástico pueden resultar en daños a los sistemas inmunológico y reproductivo, diferentes tipos de cáncer, afectaciones a las funciones intelectuales, y/o retrasos de desarrollo.

En algunos casos, las sustancias químicas que se añaden a los plásticos son tan peligrosas que leyes nacionales e internacionales las han llegado a prohibir. Sin embargo, se permite su uso continuo debido a lagunas legales que existen y a exenciones logradas por el cabildeo que realiza la industria. No obstante, en la mayoría de los casos, no se regulan ni controlan los aditivos químicos tóxicos para proteger la salud humana y el medio ambiente sino hasta ya producido el daño. En ese momento, la industria química y el sector del plástico sencillamente introducen al mercado una nueva sustancia química que no haya sido probada y el proceso de regulación se vuelve a iniciar.

Es prácticamente imposible que las familias y los niños eviten la exposición a aditivos químicos:

Juguetes para niños. Se utilizan “plásticos reciclados” –es decir, plásticos provenientes de una variedad de fuentes que se derriten y se les da una forma nueva– para manufacturar juguetes para niños a pesar de que se ha demostrado que estos plásticos contienen muchas sustancias químicas prohibidas, restringidas, o que de alguna manera u otra son peligrosas. La falta de transparencia por parte de los productores, una inadecuada regulación del reciclado, y un etiquetado poco claro permiten que esta práctica prosiga.

Envasado de alimentos. La mayoría de los envases de plástico se utilizan una sola vez y posteriormente se desechan. Puede que se empiecen a desprender los aditivos químicos tóxicos que contienen los envases, incluso antes de que se utilice los alimentos, durante el proceso de cocción y cuando se calientan/están calientes. Cuando se incineran o eliminan los productos en un tiradero, puede que también liberen sustancias químicas al medio ambiente.

Productos electrónicos. Quienes manejan y reciclan desechos electrónicos inadvertidamente están expuestos a un número de sustancias químicas peligrosas contenidas en los componentes plásticos de los productos electrónicos. La exposición más extensa se da cuando se incineran, descartan en tiraderos, o se transforman en otros productos durante el proceso de reciclado. Por ejemplo, existe evidencia de que los “plásticos negros”, que se utilizan ampliamente para producir juguetes para niños, contienen niveles peligrosos de sustancias químicas retardantes de llama y dioxinas.

Textiles, tapicería y muebles. El poliéster, el nylon, el acrílico y otras fibras sintéticas son tipos de plástico y constituyen más del 60% de las telas que se utilizan para producir nuestra ropa. Muchas veces, las alfombras y los muebles reciben un tratamiento con peligrosas sustancias químicas retardantes de llama y sustancias per- y poli-fluoroalquiladas (PFAS). Como no se exige que estas sustancias químicas vayan etiquetadas, los consumidores rara vez están conscientes de cuáles son las sustancias químicas que se utilizan para su producción.

A lo largo de los últimos 15 años, se ha duplicado la producción de plásticos y se espera que se vuelva a duplicar a lo largo de las siguientes dos décadas. Los productores de plásticos, envases y sustancias químicas argumentan que la gestión y el reciclado de los desechos son la solución. Aunque sí son herramientas relevantes, no hacen nada por reducir el daño que producen los aditivos plásticos “invisibles”.

Se deben de tomar cuatro pasos para proteger a nuestros hijos y a nuestras familias de la exposición a estas sustancias químicas:

Innovación de materiales. Se deben realizar inversiones para desarrollar materiales y sistemas nuevos y más seguros que eviten la producción y el uso de plásticos que contengan aditivos químicos peligrosos. Se deben diseñar materiales que respondan a las metas de no dañar la salud tanto humana como ambiental y de alcanzar un estado de cero residuos.

Colaboración por parte de la industria. La industria debe trabajar junto con la sociedad civil para adoptar un enfoque basado en la peligrosidad, que establezca normas y regulaciones y se haga responsable de los materiales peligrosos que producen.

Sistemas de reciclado limpio y seguro. Las personas que trabajan en el reciclaje deben conocer la composición química de los materiales que están manejando. A los productores de plástico además se les deberá cobrar una cuota para financiar la recolección de desechos y sistemas de reciclado.

Transparencia. El público en general y quienes trabajan en el reciclaje deben tener el derecho de tomar decisiones informadas acerca de los productos que compren o manejen. Los materiales plásticos deberán portar etiquetado con información sobre los aditivos químicos utilizados para su producción.

Esta publicación nueva, Los aditivos tóxicos del plástico y la economía circular, arroja luz sobre los peligros invisibles ligados a los plásticos. Tenemos la esperanza de que los tomadores de decisiones y los productores transformen su forma de pensar y sus prácticas, para adoptar un criterio de precaución con respecto a la totalidad del ciclo de vida de los plásticos, desde la producción hasta la eliminación.



Dr. Tadesse Amara
Copresidenta de IPEN



Pamela Miller
Copresidenta de IPEN

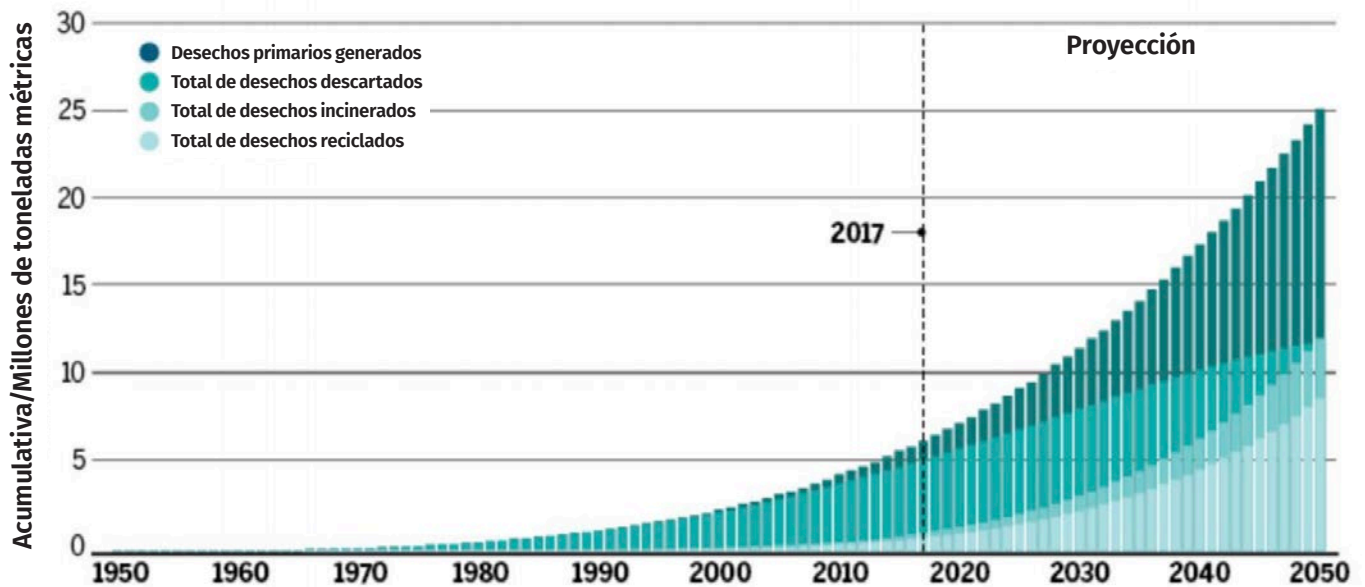
Tabla de Contenidos

Reconocimientos.....	2
Prefacio.....	3
Prólogo 1: El Convenio de Barcelona y la Secretaría de los Convenios de BRS.....	5
Prólogo 2: IPEN.....	8
Tabla de Contenidos.....	11
1. Introducción.....	12
2. La contaminación con plásticos y la economía circular.....	15
2.1. Desafíos de la gestión del ciclo de vida de los plásticos en la economía circular y la cuestión de los COP y otros aditivos químicos tóxicos.....	20
2.1.1. La fase del diseño y la producción: la eliminación gradual y la sustitución con alternativas no-tóxicas..	21
2.1.2. La fase de la utilización: la migración y la liberación potencial de los diferentes aditivos presentes en el plástico.....	23
2.1.3. La fase del fin de la vida útil: dificultad para el reciclado de la realización de evaluaciones de riesgo basadas en la exposición.....	24
2.1.4. End-of-life phase: emission and leaching of potentially toxic substances.....	26
2.2. Sustancias de preocupación.....	30
2.2.1. Retardantes de llama.....	31
2.2.2. Productos químicos perfluorados.....	32
2.2.3. Ftalatos.....	32
2.2.4. Bisfenoles.....	33
2.2.5. Nonilfenoles.....	36
2.3. Sectores prioritarios.....	37
2.3.1. Productos para niños.....	39
2.3.2. Los envases: materiales que están en contacto con alimentos y bebidas.....	41
2.3.3. Equipo eléctrico y electrónico (EEE) y desechos relacionados (WEEE/E).....	42
2.3.4. Textiles, tapicería y muebles.....	43
2.3.5. Sector de la construcción.....	45
2.4. Micro plásticos, contaminantes persistentes cuya capacidad de transporte impide la implementación de la economía circular.....	46
3. Enfoques clave para enfrentar este problema.....	48
Referencias.....	54
Anexo: Colaboradores de esta publicación.....	60
Notas.....	61



1. Introducción

El aumento cada vez mayor de la cantidad de desechos tanto de plástico como de otros polímeros y los problemas que causan en el medio ambiente marino hacen resaltar la imperiosa necesidad de controlar esta fuente de contaminación tanto en la tierra como en el mar.



Datos históricos y proyecciones al 2050 de la producción y eliminación de desechos plásticos. Los “desechos primarios” son plásticos que se convierten en desechos por primera vez y no incluyen los desechos que han sido reciclados. Fuente: (Geyer, Jambeck et al. 2017, Guglielmi 2017)



Photo credit: Brian Yurasits

Sin lugar a dudas, existe una urgente necesidad de ocuparse de las fuentes de la contaminación por plásticos y en particular, de los aditivos que se utilizan en los plásticos, para así permitir una adecuada implementación de las estrategias de la economía circular, evitar la presencia de sustancias químicas prohibidas en productos hechos con materiales reciclados y reducir los riesgos para la salud humana y el medio ambiente. Quienes reciclan y promueven el enfoque de la economía circular actualmente enfrentan múltiples desafíos ambientales y tecnológicos al lidiar con las corrientes de plásticos.

La presencia de COP y de otras sustancias tóxicas o potencialmente tóxicas en los productos de plástico ⁽¹⁾ tiene un impacto negativo sobre el medio ambiente y la salud humana, así como impactos sobre todas las fases del ciclo de vida de los productos de plástico. Es necesario sustituir los aditivos tóxicos por alternativas no-químicas o bien por sustancias no-tóxicas, para así facilitar el reciclado y evitar contaminar los materiales reciclados con sustancias químicas tóxicas, incluyendo aquellas que ya han sido prohibidas bajo los convenios químicos existentes y reducir el consumo de materiales vírgenes (2).



Photo credit: Martin Holzkecht, Arnika

La presencia de COP y de otras sustancias tóxicas o potencialmente tóxicas en los productos de plástico tiene un impacto negativo sobre el medio ambiente y la salud humana, así como impactos sobre todas las fases del ciclo de vida de los productos de plástico

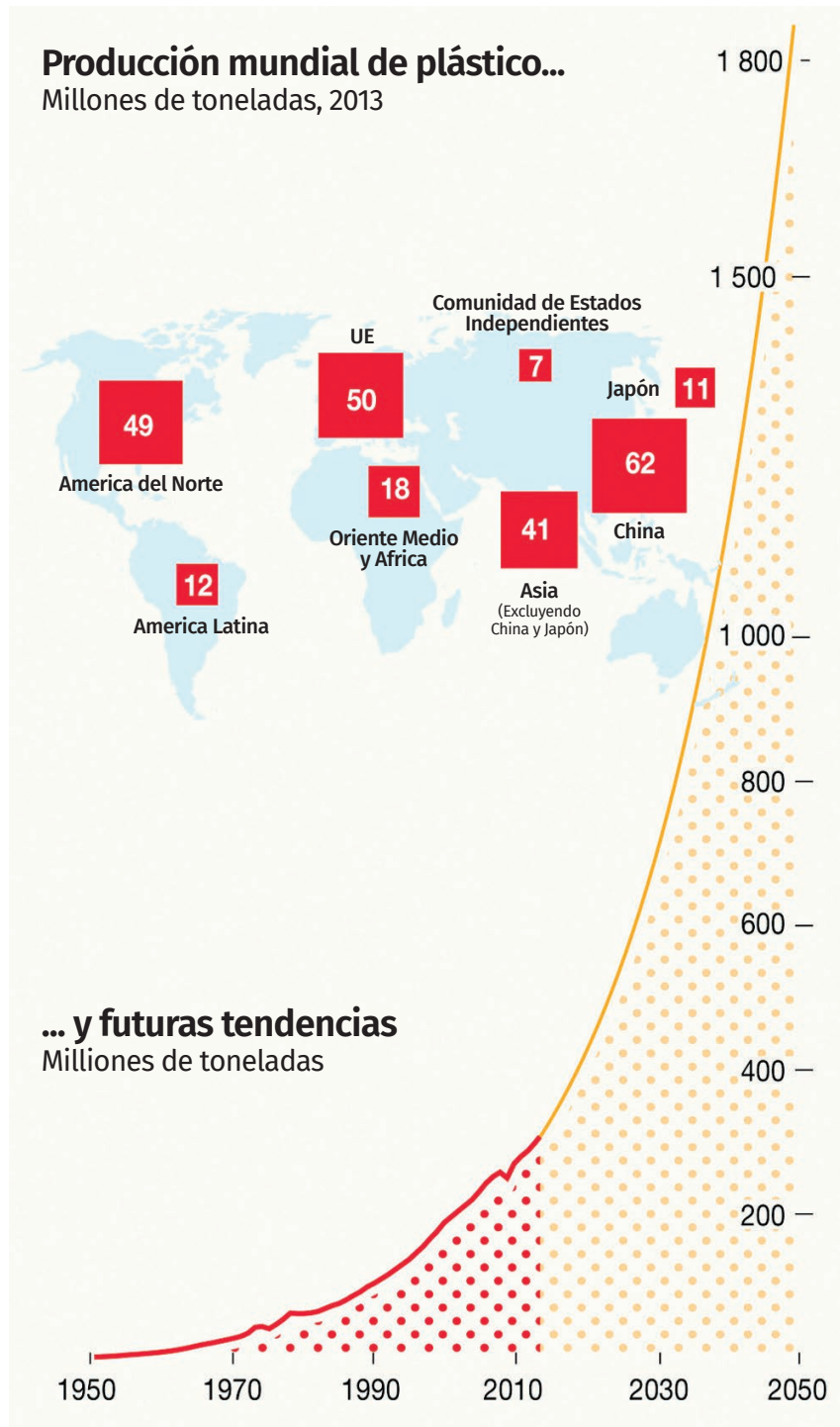
En grandes volúmenes de plásticos y otros polímeros, se utilizan COP como aditivos. Los COP se encuentran, por ejemplo, en productos electrónicos, vehículos y otros tipos de transporte, así como en edificios y materiales de construcción. El Convenio de Estocolmo puede abordar la gestión de los plásticos o polímeros utilizados en estos sectores significativos a través, por ejemplo, de orientaciones para las mejores técnicas disponibles/las mejores prácticas ambientales (MTD/MPA) para el reciclado y la separación de plásticos/polímeros impactados y no-impactados y diversos documentos de orientación sobre este tema que se han desarrollado (el Convenio de Estocolmo, 2017a,b). Como ya se han incluido las parafinas cloradas de cadena corta (SCCPs en inglés), que se utilizan en el cloruro de polivinilo (PVC) y el etilvinilacetato (EVA), en la lista del Convenio, aumentará de manera significativa la proporción de polímeros dentro del alcance del Convenio. Igualmente, la ampliación de los enlistados de PFOS y PFOA, que se añaden a alfombras y textiles sintéticos o se utilizan como polímeros en el tratamiento de superficies de papel y pueden contribuir a la basura marina o bien a la contaminación por micro plásticos, incluirá un rango más amplio de productos de plástico dentro del alcance del Convenio.

Además, la segunda edición del informe Perspectivas de los productos químicos a nivel mundial (GCO-II), presentado ante la Cuarta Asamblea de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEA4), identificó casos en los cuales están surgiendo evidencias que señalan riesgos para la salud humana y el medio ambiente que todavía no han sido abordados a nivel internacional. Utilizando las recientes acciones regulatorias de gestión de riesgos sobre productos químicos o grupos de productos químicos, adoptadas por organismos públicos desde el año 2010, como punto de partida, el informe GCO-II identificó once productos químicos o grupos de productos químicos ⁽ⁱⁱ⁾. Varios de estos productos químicos (por ejemplo, bisfenol A, cadmio, plomo, micro partículas, hidrocarburos aromáticos policíclicos y ftalatos) se utilizan como aditivos o bien se encuentran como contaminantes en los plásticos.

El Global Chemicals Outlook (GCO-II) identificó once productos químicos o grupos de productos químicos. Varios de estos productos químicos (por ejemplo, bisfenol A, cadmio, plomo, micropartículas, hidrocarburos aromáticos policíclicos y ftalatos) se utilizan como aditivos o bien se encuentran como contaminantes en los plásticos.



2. La contaminación con plásticos y la economía circular



Fuente: Ryan, A Brief History of Marine Litter Research in M.Bergmann, L Gutow, M. Klages (Eds.) Marine Anthropogenic Litter, Berlin Pringer, 2015; Plastics Europe

Durante los últimos 15 años, se ha duplicado la producción global de plásticos

Durante los últimos 15 años, se ha duplicado la producción global de plásticos, alcanzando unas 299 millones de toneladas anuales en 2013 (3). Se espera que esta producción se vuelva a duplicar a lo largo de las siguientes dos décadas (4). Esto genera grandes volúmenes de desechos plásticos, muchos de los cuales provienen de productos que tienen una vida muy corta. Esta corriente de desechos, grande y diversa, crea graves problemas ambientales y de gestión (5).

La ruta predominante de eliminación de desechos plásticos en el mundo son los vertederos; los vertederos ilegales no se han erradicado plenamente

Actualmente, la ruta predominante de eliminación de desechos plásticos en el mundo son los vertederos; en los países en desarrollo no se ha erradicado plenamente los vertederos ilegales y hay un mal manejo de los tiraderos, muchos de los cuales están mal gestionados o bien son totalmente ilegales. Es más preocupante todavía el número de hogares que no están cubiertos por algún sistema municipal de recolección de basura, una situación en la cual los desechos de plástico no están bajo control, aumentando la probabilidad de que los materiales plásticos ligeros (junto con su carga tóxica) lleguen a cuerpos de agua y finalmente desemboquen en el mar (6).



Son evidentes las consecuencias de un modelo económico lineal (extracción, producción, uso, eliminación): la pérdida de recursos, la generación de desechos, la contaminación ambiental persistente y la degradación de los ecosistemas. Aunque siga habiendo una necesidad de entender mejor el pleno impacto de la contaminación por plástico, numerosos informes y artículos científicos proporcionan evidencia clara de esta situación dramática y de la necesidad de un cambio.

Es en este contexto que el concepto de economía circular ha obtenido un interés cada vez mayor como una alternativa a la economía lineal tradicional (7) (8) (9). Una economía circular mantiene en uso los recursos por el mayor tiempo posible. Extrae el máximo valor de los recursos mientras estén en uso, y posteriormente recupera y regenera los productos y materiales al final de su vida útil. Se supone que los principios de una economía circular se deshacen del concepto de desechos; reconstruyen el capital natural y mantienen los productos, los materiales y las moléculas fluyendo de manera efectiva a través de la economía en su valor más elevado (10).

Esto requiere pensar en términos del ciclo de vida de los productos químicos y de la adopción de los principios de diseño circular –hacer las elecciones adecuadas de los materiales cuando se diseñan productos

Esto requiere pensar en términos del ciclo de vida de los productos químicos y de la adopción de los principios de diseño circular –hacer las elecciones adecuadas de los materiales cuando se diseñan productos– y establecer sistemas adecuados de recuperación. Estos son desafíos importantes que enfrentan las industrias hoy en día. Existen algunos materiales que se deben evitar, ya que contienen sustancias que han sido identificadas como de preocupación (iii). En otros casos, la forma en la que se combinan los materiales en un producto, inhibe su separación y captura después de su uso, lo cual limita su recuperación y reciclabilidad.

Una gran parte de los esfuerzos de la industria se han enfocado únicamente en abordar los desechos y/o aumentar el uso de contenidos reciclados con la intención de mantener los materiales en la cadena de valor por un tiempo mayor (10). Sin embargo, en la práctica, actualmente la industria está circulando materiales que nunca se habían optimizado para la salud humana y ambiental. Por ejemplo, puede que los materiales poliméricos como el hule espuma, los envases de plástico para alimentos, el papel, el hule y los textiles contengan retardantes de llama, suavizantes, plastificantes, revestimientos, modificadores, catalizadores y otros aditivos y residuos que mejoran el desempeño. Cuando se les recicla en productos nuevos, el producto final tiende a estar altamente contaminado, ser no-homogéneo e impuro, incluso para juguetes y materiales que están en contacto con alimentos (11) (12) (13) (14) (15). El problema es que actualmente no es factible obtener información completa sobre la formulación de las corrientes de desechos mezclados y sería poco práctico intentar revertir la ingeniería de un lote contaminado de materiales para identificar las sustancias químicas por los que están constituidos (10). La producción final es demasiado compleja como para evaluar meticulosamente los impactos toxicológicos; de ahí que de manera inadvertida, cada vez más los humanos y el medio ambiente se encuentran expuestos a riesgos a través de un número de productos y materiales reciclados.



Muchos países, tanto desarrollados como en desarrollo, han tomado conciencia no sólo de los desafíos, sino también de las oportunidades que surgen de una mejor gestión y prevención de los desechos plásticos, como el potencial que tienen para mejorar la competitividad y crear nuevas actividades económicas y nuevos empleos. Esto ha permitido que surjan un número de medidas adoptadas por actores tanto privados como públicos. Un número de países han acordado fijar objetivos para el reciclado de plásticos, para el uso de plástico reciclado en productos, o bien para la prohibición de los plásticos de un solo uso. El informe de 2018 de ONU Medio Ambiente Límites legales sobre plásticos de uso único y micro plásticos: una revisión global de las leyes y reglamentos nacionales resalta numerosos ejemplos (16). Un ejemplo específico es la publicación en el año 2018 por parte de la Unión Europea (UE) de una estrategia de la UE para los plásticos en la economía circular (más información aquí).

La iniciativa de una Nueva Economía del Plástico de la Fundación Ellen MacArthur también es relevante, demuestra el compromiso de actores centrales en la economía del plástico. Enfatiza la necesidad de atacar la inundación de los plásticos desde la fuente, eliminar el uso innecesario de los plásticos, además de innovar y circular todo. También subraya la importancia de la responsabilidad extendida del productor (17).

El movimiento internacional de desechos plásticos plantea varios desafíos. Un país puede promover una economía circular a través de la recolección de plásticos para el reciclado, definiendo el plástico reciclado como un recurso, aunque luego exporte esos desechos plásticos a otro país para su reciclado. En Asia, los funcionarios de la aduana han tenido que confiscar importaciones registradas como “plásticos reciclables” porque contienen una mezcla indefinida de diferentes tipos de plástico y otros desechos municipales e industriales. Muchos países ya han prohibido o están proponiendo prohibir la importación de desechos plásticos.

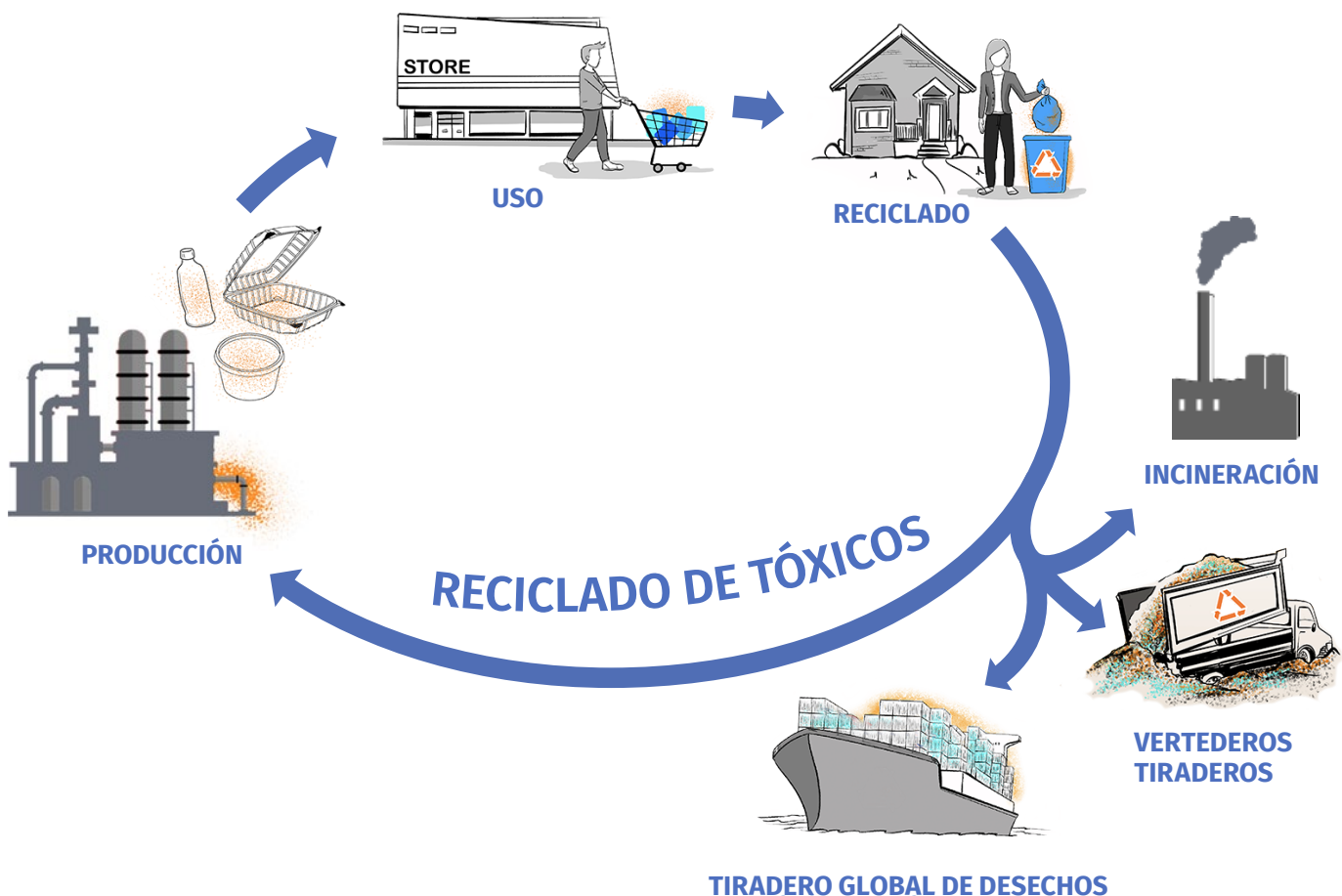
En resumen, hay una conciencia creciente de la necesidad de un cambio y el modelo de la economía circular está ganando impulso como la siguiente solución viable más idónea (18). Sin embargo, siguen habiendo muchas cuestiones por abordar.



Enmienda de Basilea sobre Residuos Plásticos

Durante la Conferencia de las Partes de Basilea del 29 de abril al 10 de mayo de 2019, los gobiernos enmendaron el Convenio de Basilea para incluir los desechos plásticos en un marco legalmente vinculante que hará que el comercio mundial de desechos plásticos sea más transparente y esté mejor regulado, al tiempo que garantiza que su gestión es más segura para la salud humana y el medio ambiente. Al mismo tiempo, se estableció una nueva Alianza sobre Residuos Plásticos para movilizar recursos, intereses y experiencia empresarial, gubernamentales, académicos y de la sociedad civil para ayudar en la implementación de las nuevas medidas, para proporcionar un conjunto de apoyos prácticos, incluidas herramientas, mejores prácticas, asistencia técnica y financiera.

2.1. Desafíos de la gestión del ciclo de vida de los plásticos en la economía circular y la cuestión de los COP y otros aditivos químicos tóxicos



Al tratar de cerrar el círculo, se han encontrado muchos desafíos que surgen en cada una de las etapas del ciclo de vida de los plásticos, desde el diseño inicia hasta el fin de su vida útil. En los siguientes párrafos, se identifican algunos de estos desafíos, así como posibles soluciones.

2.1.1. La fase del diseño y la producción: La eliminación gradual y la sustitución con alternativas no-tóxicas

Actualmente existe una amplia gama de sustancias químicas tóxicas que se utilizan como aditivos plásticos o polímeros, por ejemplo, sustancias químicas que aún no se han sometido a controles internacionales (como muchas sustancias químicas que perturban el sistema endocrino), o bien COP reconocidos que se permiten bajo exenciones. Estas sustancias tendrán un impacto sobre el reciclado futuro de los productos en los que les ha utilizado. Se les deberá ir eliminando gradualmente y sustituyendo con alternativas no-tóxicas, para así promover una economía circular.

Para mantener moléculas ‘seguras’ en el reciclado por un tiempo prolongado, la industria necesita crear materiales seguros y reforzar los sistemas de infraestructura y tecnología. Esto requiere del uso de herramientas que evalúen los peligros químicos y posteriormente optimicen la química de los materiales para la salud humana y ambiental, para que se tomen mejores decisiones en la fase de diseño. Se deberán de utilizar un conjunto integral de criterios de salud humana y ambiental para evaluar las sustancias químicas a fin de seleccionar combinaciones químicas con niveles de peligro más bajos (10).

Sin embargo, los informes científicos describen la dificultad de obtener datos de alta calidad sobre la toxicidad de las sustancias químicas y su impacto ambiental, la cual se debe a tanto la complejidad de la cadena de suministros y al hecho de que los productores ofrecen una perspectiva limitada de las sustancias químicas que contienen sus productos. Muchas veces, en el interior de la industria, existen barreras para compartir la información debido al argumento de que la información es comercialmente confidencial (19).

Muchas veces, en el interior de la industria, existen barreras para compartir la información debido al argumento de que la información es comercialmente confidencial

No obstante, existe la preocupación sobre qué tan adecuado pueda ser un enfoque que se basa exclusivamente en una lista de sustancias restringidas, ya que no identifica cuál es el uso seguro o preferido (10). Es necesario que las estrategias de la economía circular se enfoquen proactivamente en evaluar e investigar la química de los materiales para evitar sustituciones lamentables y reducir la toxicidad de los materiales que van a circular comercialmente. También es deseable que haya enfoques que se basen en aplicaciones más extensas y que profundicen el desarrollo de pruebas basadas en los efectos que guíen los esfuerzos por sustituir sustancias químicas y asegurar la seguridad toxicológica de los plásticos en la economía circular (20).

Estrategia de productos químicos para la sostenibilidad (entorno de la UE libre de tóxicos)

Como se anunció en el Pacto Verde Europeo y en el contexto de su ambición de contaminación cero por un medio ambiente libre de tóxicos, la Comisión presentará una estrategia sobre productos químicos para Sostenibilidad.



La estrategia se basará en la política reciente evaluaciones e iniciativas asociadas con los productos químicos de la UE legislación, en particular la segunda revisión REACH, la 'Fitness Check' de la legislación sobre productos químicos más relevante (excluyendo REACH) y la Comunicación sobre opciones para abordar la interfaz entre productos químicos, productos y desechos legislación, sino también sobre evaluaciones de políticas específicas realizadas en el ámbito de la protección del medio ambiente y la salud, productos, alimentos y protección de los trabajadores.

Esta estrategia tiene como objetivo reducir los riesgos asociados con la producción y utilizando productos químicos. Simplificará y reforzará las normas de la UE sobre productos químicos y revisar cómo las agencias y los organismos científicos de la UE pueden trabajar juntos hacia un proceso donde las sustancias son solo revisado por una agencia.

2.1.2. La fase de la utilización: la migración y la liberación potencial de los diferentes aditivos presentes en el plástico

Las sustancias químicas presentes en los plásticos potencialmente pueden migrar de los productos de plástico hacia el medio con el que estén en contacto y también pueden migrar lentamente desde el interior del plástico hacia la superficie. Por ejemplo, existen investigaciones científicas que han estudiado la migración de diferentes sustancias químicas de los materiales de los envases plásticos durante el calentamiento por micro-ondas o por medios convencionales, así como bajo diferentes condiciones de almacenamiento. Descubrieron que existe una migración y una liberación no deseadas de aditivos como los plastificantes (por ejemplo, las parafinas cloradas de cadena corta -SCCPs- de los juguetes de PVC o de las cortinas para regadera) o bien los retardantes de llama (por ejemplo, de las cubiertas de plástico de los televisores o las computadoras). Puede que algunas de las sustancias migrantes sean tóxicas. Otros aditivos pueden transmitirle un sabor desagradable a los alimentos, o bien aumentar la degradación de las sustancias activas en los medicamentos. Entre los factores que pueden influir sobre la tasa de migración, están la concentración inicial de la sustancia química presente en el plástico, el grosor, la cristalinidad y la estructura de la superficie del plástico (21).



Photo credit: IPEN

Los retardantes de llama bromados (22), las SCCPs/MCCPs (23) (24), los ftalatos (25), el bisfenol A (26), el dimetacrilato de bisfenol A, el plomo, el aluminio y el cadmio, el formaldehído y el acetaldehído, el 4-nonilfenol, el metil terc-butil éter (MTBE), el benceno y muchos otros compuestos orgánicos volátiles se encuentran entre los ejemplos específicos de las sustancias tóxicas estudiadas para identificar la liberación potencial de diferentes productos plásticos. Aunque varios de estos estudios reportaron una liberación de concentraciones menor a los valores de los límites legales establecidos, también existen ocasiones en las cuales son considerablemente mayores. También se ha resaltado que los valores guía no toman en consideración los niveles bajos en los que pueden tener efectos las sustancias químicas que perturban el sistema endocrino, ni toman en cuenta la toxicidad de las mezclas (21).

2.1.3. La fase del fin de la vida útil: dificultad para el reciclado de la realización de evaluaciones de riesgo basadas en la exposición

Cuando productos que contienen plásticos llegan al fin de su vida útil, el reciclado es una de las opciones, aunque puede resultar problemático si el plástico contiene aditivos tóxicos – por ejemplo, se ha hallado que una gran parte de los productos de plástico que se producen actualmente contienen difenil ésteres polibromados (PBDEs) y otros retardantes de llama bromados (BFRs) que provienen del reciclado de otros productos (27).

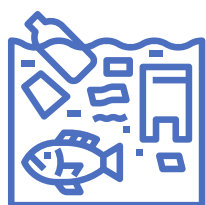
Las evaluaciones de riesgos químicos son la base para evaluar el impacto sobre la salud humana y el medio ambiente. Son reflejo del enfoque precautorio inserto en el Convenio de Estocolmo. Para asegurar que se pueda proteger de manera efectiva la salud humana y el medio ambiente, se deberán basar las evaluaciones de riesgos en datos reales y no en estimados o presuposiciones. Sin embargo, un análisis reciente reporta que se trata de un tema en el ámbito de los estudios científicos sobre el cual hay una falta de acceso a la información, que es sustancialmente escasa, y sobre cómo se utilizan algunas sustancias químicas específicas o qué sustancias químicas se utilizan en qué tipo de aplicaciones, en qué cantidades, y en qué niveles están presentes en los envases de plástico acabados. Debido a la limitada capacidad para realizar evaluaciones exactas de la exposición, una conclusión del análisis es que la evaluación basada en los peligros sigue siendo el enfoque que se elige cuando se está lidiando con grandes cantidades de sustancias químicas potencialmente presentes en productos de consumo (20).

Existe una urgente necesidad de contar con información públicamente disponible sobre el uso de las sustancias químicas en los plásticos, la composición química exacta de los productos acabados y el impacto de los COP y otros aditivos tóxicos provenientes del reciclado

Existe, por lo tanto, una urgente necesidad de contar con información públicamente disponible sobre el uso de las sustancias químicas en los plásticos, la composición química exacta de los productos acabados y el impacto de los COP y otros aditivos tóxicos provenientes del reciclado. En segundo lugar, actualmente no está disponible información toxicológica armonizada, como la clasificación de peligros bajo el Sistema Global-

mente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos, para muchas sustancias químicas asociadas con los envases de plástico, e incluso para sustancias para las cuales se han identificado y caracterizado los peligros en estudios académicos. La falta de clasificaciones armonizadas para muchas sustancias químicas afecta la clasificación de los peligros. Para algunas de las sustancias químicas peligrosas clave identificadas en estudios científicos se necesita realizar análisis más detallados, incluyendo una evaluación tanto de la disponibilidad de sistemas o productos alternativos, como de los peligros que implican a lo largo de su ciclo de vida útil. Una insuficiente información sobre los patrones de utilización de sustancias químicas impide la realización de una evaluación basada en la exposición, ya que para cualquiera que esté fuera de la industria, le resulta prácticamente imposible llenar las lagunas de datos con un enfoque científico sistemático (20).

2.1.4. La fase del fin de la vida útil: la emisión y lixiviación de sustancias potencialmente tóxicas



79%

de los plásticos terminan en vertederos



9%

de plásticos desechados se recicla

A nivel global, un 79% de los plásticos terminan en vertederos o bien se descargan al medio ambiente, mientras que sólo un 9% se recicla (Geyer R, 2017). En los países industrializados, se utiliza una gran proporción de desechos plásticos para la recuperación de energía. En Europa, se asigna una mayor proporción a la recuperación de energía (39.5%) que al reciclado (29.7%) (28). Sin embargo, la combustión descontrolada de desechos plásticos, en particular de plásticos que contienen halógenos, como el PVC, el politetrafluoretileno, el teflón, o los retardantes de llama bromados, pueden causar emisiones de sustancias peligrosas, por ejemplo, los COP no intencionales, como las dioxinas (29). La pirólisis o la combustión de polímeros fluorados o la dispersión de fluoropolímero pueden resultar en la formación no intencional y la liberación de COP fluorados (por ejemplo, PFOA), otras PFAS, otras sustancias tóxicas, sustancias que destruyen el ozono y gases de efecto invernadero (30) (31) (32) (33).

Los halógenos emitidos por la combustión de desechos plásticos también pueden causar corrosión en los incineradores y otras instalaciones térmicas. En los sistemas de los hornos de cemento, se puede ir acumulando cloro y bromo, limitando así su capacidad para la recuperación térmica de los residuos plásticos (34). Más aún, debido a que la mayoría de los plásticos se basan en combustibles fósiles, puede que la incineración también contribuya al calentamiento global y al agotamiento de los recursos petroquímicos. Puede que la mejor manera de limitar la dispersión de COP sea la combustión controlada en las plantas de recuperación de energía a partir de residuos (iv) y en hornos de cemento equipados con tecnologías de vanguardia de control de la contaminación del aire (APC) (2). Sin embargo, las mejoras en la tecnología APC para reducir las emisiones de COP al aire, se ha traducido en residuos como las cenizas volantes y en menor medida en cenizas de fondo. Esto exige que haya reglamentos y controles más estrictos de las cenizas, para evitar tanto una mayor dispersión de COP como la contaminación de la cadena alimenticia (35).

Las tecnologías de control de la contaminación del aire (APC) para reducir las emisiones de COP al aire, se ha traducido en residuos como las cenizas volantes y en menor medida en cenizas de fondo. Esto exige que haya reglamentos y controles más estrictos de las cenizas, para evitar tanto una mayor dispersión de COP como la contaminación de la cadena alimenticia



También se podrían utilizar técnicas libres de combustión para la destrucción o transformación irreversible de los plásticos impactados por COP. Sin embargo, ninguna de estas tecnologías ha demostrado un desempeño comprobado a plena escala y en las orientaciones del Convenio de Estocolmo sobre las MTD/MPA para el tratamiento de plásticos que contienen PBDE, se ha incluido el proceso CreaSolv como una tecnología emergente. Se ha demostrado que el tratamiento mecano-químico (la trituración en molino de bolas) destruye las PFAS y los PBDE en los plásticos impactados (36) (37) y que CreaSolv es capaz de separar COP bromados de poliestirenos expandidos, permitiendo así el reciclado del estireno limpio recuperado (38). También se ha aplicado este proceso a los plásticos de los desechos electrónicos que contengan COP bromados.

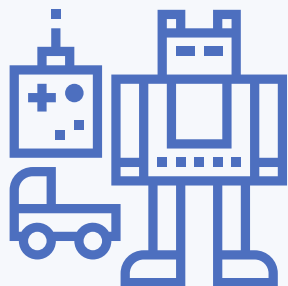
La comercialización mundial de desechos plásticos ha visto el movimiento de volúmenes significativos de desechos plásticos de países desarrollados a países en desarrollo, en los cuales el reciclado ambientalmente perjudicial y las prácticas de eliminación pueden exacerbar la exposición a compuestos tóxicos. Se estima que en 2016, un 70% de todas las exportaciones de desechos plásticos provenía de países miembro de la OCDE y se dirigía, en gran medida, a países de ingresos bajos en Asia del Este y el Pacífico (39). Se prevé que la decisión de China de prohibir la importación de desechos plásticos contaminados resultará en un desplazamiento de desechos plásticos de 111 millones de toneladas métricas para el año 2030. En Ghana, se detectó que aumentaba un caso reciente de exposición humana a COP, debido a un mal manejo de plásticos importados; muestras recolectadas en un 'sitio de reciclado' revelaron niveles de dioxinas entre los más elevados que se hayan registrado (40).

También es importante reconocer que en muchos países, la economía del reciclado informal es un elemento fundamental de la gestión de desechos plásticos, aunque se sabe poco del destino de los aditivos plásticos dentro de estas prácticas informales de 'reciclado'.



Photo credit: Ballfokus/Nexus3

Detección de niveles elevados de PBDD/Fs y actividad similar a las dioxinas en juguetes



Los PBDD y los dibenzofuranos se registran cada vez más en niveles significativos en varias matrices, incluidos los bienes de consumo que se fabrican a partir de plásticos que contienen ciertos retardantes de llama bromados. Un estudio determinó que los niveles de PBDD/Fs presentes en los componentes plásticos de los juguetes podrían representar una amenaza para la salud de los niños. A los PBDD/F, a diferencia de sus homólogos clorados (PCDD/F), la OMS no les ha asignado oficialmente factores de equivalencia tóxica (FET). Se hizo una estimación de la ingestión diaria de EQT de juguetes de plástico contaminados con PBDD/Fs por los hábitos de los niños de comerse la boca. Se observa que la ingestión diaria de PBDD/F de juguetes de plástico contaminados puede contribuir significativamente a la ingesta diaria total de dioxinas de los niños pequeños.

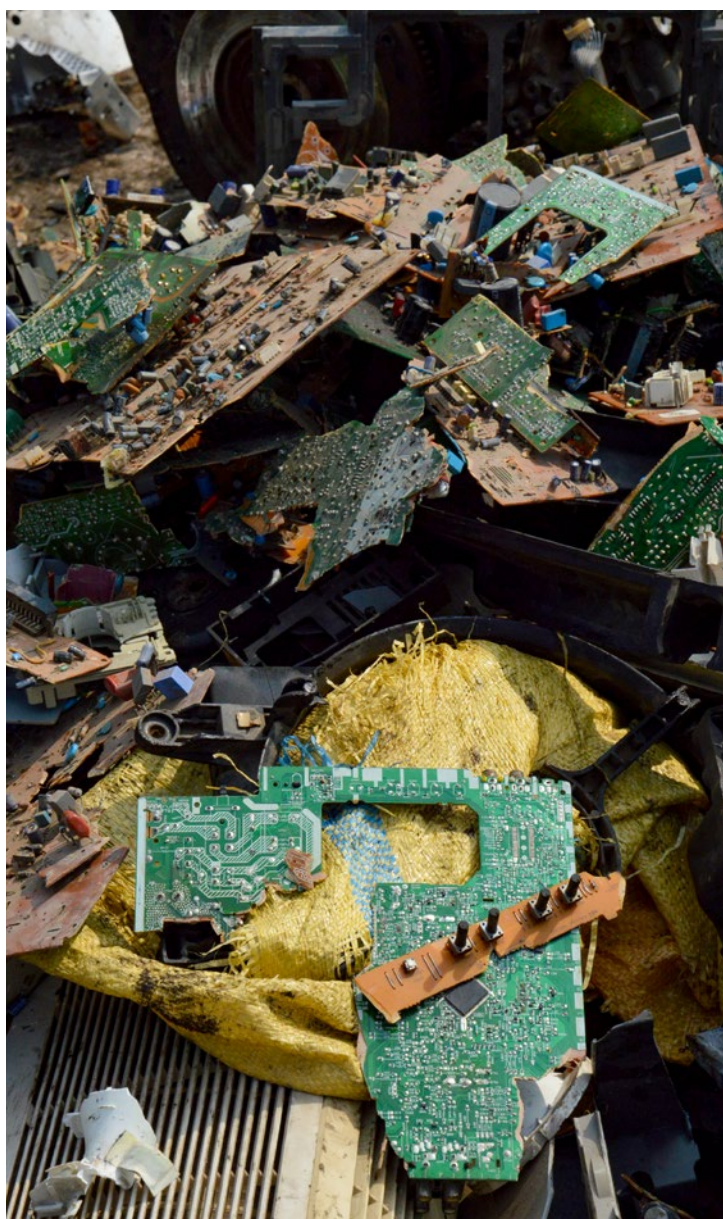


Photo credit: Martin Holzknecht, Arnika



2.2. Sustancias de preocupación

La siguiente sección describe los grupos de sustancias químicas de mayor preocupación utilizados en la producción de plásticos debido a su presencia en bienes de consumo y sus impactos conocidos sobre la salud humana. Se refiere a grupos de sustancias químicas más que a sustancias individuales, para así enfocarse en la reducción del uso de clases completas, en vez de enfocarse en la eliminación gradual de sustancias químicas problemáticas individuales una por una. Este enfoque ayuda a desarrollar estrategias coordinadas para reducir la producción y el uso de sustancias químicas de preocupación y evitar sustituciones que pudieran resultar lamentables.

Puede resultar ser más efectivo abordar grupos enteros de sustancias químicas, ya que existe un gran número de sustancias químicas en uso, la mayoría de las cuales no se han estudiado, por lo que no se entienden en suficiente grado los impactos que pudieran tener sobre la salud humana y ambiental. Además, cuando se elimina gradualmente una sustancia química peligrosa, muchas veces después de años de investigación y de negociación, es muy probable que el reemplazo sea una “sustancia química emparentada” con una estructura similar y un potencial perjudicial parecido (41) (42). Instituciones y organizaciones ambientales, como Greenpeace y la Comisión Europea, así como el Instituto de Políticas de Ciencia Verde (Green Science Policy Institute) ^(v), han propuesto estrategias de agrupación (43). Mientras que muchas de las sustancias químicas que se mencionan a continuación no reúnen los criterios para ser clasificadas como COP bajo el convenio de Estocolmo, muchas pueden persistir por tiempos prolongados y viajar largas distancias mostrando una exposición y toxicidad parecida a la de la ingesta de plásticos y micro plásticos y son, por lo tanto, de una preocupación equivalente (44).

2.2.1. Retardantes de llama

Los retardantes de llama son una clase de aditivos utilizados en productos plásticos y otros polímeros que reducen la inflamabilidad y evitan la propagación del fuego. Se les utiliza en muchos productos de consumo que van desde dispositivos electrónicos hasta espuma aislante. Los principales retardantes utilizados en los plásticos incluyen retardantes de llama bromados (BFRs) con antimonio (Sb) como sinérgico (como ejemplo, éteres de difenilo polibromado (PBDEs)), decabromodifeniletano; tetrabromobisfenol A (TBBPA), retardantes de llama fosforados – por ejemplo, fosfato de tris(2-cloroetilo) (TCEP) y fosfato de tris(2-clorisopropilo) (TCPP) – y parafinas cloradas de cadena corta, media y larga (SCCP/MCCP/LCCP), ácido bórico, hexabromociclohexano (HBCD) (2) y el conjunto de compuestos conocidos como Decloranos en todas sus formas, como Declorano 602, Declorano 603, Declorano 604 y Declorano Plus (45).

Los PBDEs son sustancias hidrofóbicas que se producían en tres fórmulas comerciales (penta-BDE comercial, octa-DBE comercial y deca-BDE comercial). Son ubicuas, tóxicas, persistentes y bio-acumulables y son de gran preocupación para la salud humana (46). En el año 2009, se incluyeron desde los tetra- hasta los hepta-BDEs y hexabromobifenilo (HBB) en la lista del Anexo A del Convenio de Estocolmo para su eliminación exceptuando su reciclado, y en 2017 se incluyó decaBDE en la lista con varias exenciones para su uso (vi) (47). En 2013, se incluyó el hexabromociclododecano (HBCD) en la lista de sustancias químicas a ser eliminadas en el Anexo A del Convenio con exenciones específicas para su uso y producción en poliestireno expandido (EPS) y poliestireno extruido (XPS), que es donde principalmente se le utiliza (Convenio de Estocolmo de 2016).

Últimamente, se le ha puesto atención a otros retardantes de llama bromados que están emergiendo, como 1,2-bis (2,4,6-tribromofenoxi) etano (BTBPE), decabromodifenil etano (DBDPE) y hexabromobenceno (HBBz), ya que se les ha identificado en muchos compartimentos ambientales, en organismos, alimentos y humanos (Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria, 2012). Debido a que no están enlazados químicamente a la matriz polimérica, pueden lixiviarse hacia el entorno (48) (49) – la excepción es tetrabromobisfenol A (TBBPA) que normalmente está enlazado químicamente con el polímero (50). El TBBPA se produce con bisfenol A bromado y es el retardante de llama bromado (BFR) que más comúnmente se produce en el mundo, representando un 60% del mercado de BFRs (51).

2.2.2. Productos químicos perfluorados

Desde 2009, han aparecido los PFOS y sustancias relacionadas en las listas del Convenio de Estocolmo y se ha sugerido que los PFOA y sustancias relacionadas aparezcan en la lista de los COP actuales. Se ha reconocido que el sulfonato de perfluorohexano (PFHxS) reúne los criterios para clasificarse como un COP. Para el Enfoque Estratégico para la Gestión de Productos Químicos a Nivel Internacional (SAICM), todas las sustancias per- y polifluoradas (vii) (PFAS) son una cuestión preocupante. Los PFOS y PFOA no siguen el patrón de un COP clásico; no se acumulan en los tejidos grasos, sino que en vez se enlazan con las proteínas. Por lo tanto, se acumulan principalmente en órganos como el hígado, los riñones, el cerebro y el bazo. En estudios realizados con animales, se ha demostrado que los PFOS causan cáncer, mortalidad neonatal, retrasos en el desarrollo físico y perturban el sistema endocrino. Se asocian los niveles más elevados de PFOS y PFOA en mujeres embarazadas con embarazo retrasado (52). Se asocian los niveles más elevados de PFOS y PFOA con una reducción en la calidad del semen humano y en el tamaño del pene (53) (54). Existe una insuficiencia de datos para identificar la toxicidad de otros PFAS (55).

Un uso principal de sustancias relacionadas con los PFOS (precursores de PFOS) se da en los polímeros fluorados de cadenas laterales como los polímeros fluorados de (met)acrilato, polímeros de uretano fluorados, o bien polímeros oxetano fluorados (56) (57). También se incluyeron las sustancias relacionadas con el PFOA. Se utilizan estos polímeros para el tratamiento de superficies de alfombras, textiles o muebles y se pueden liberar como partículas y posiblemente micro plásticos. La degradación de los polímeros fluorados de cadenas laterales puede liberar PFAS incluyendo PFOA o PFOS, según su síntesis anterior (58) (57).

2.2.3. Ftalatos

Los ésteres de ácido ftálico o ftalatos son una familia de aditivos utilizados como plastificantes, sobre todo en la producción de PVC (59). Le añaden fragancia a los productos y los hacen más flexibles. Sin embargo, se han definido a algunos ftalatos como perturbadores del sistema endocrino, incluso en concentraciones bajas (60). Los ftalatos interfieren con la producción de andrógeno (testosterona), una hormona de importancia crítica para el desarrollo de los hombres, aunque también es de relevancia para las mujeres.

El PVC puede contener entre un 10% y un 60% de ftalatos

El PVC puede contener entre un 10% y un 60% de ftalatos por peso (61). Durante la manufactura, el uso y la eliminación, es fácil que se lixivien al medio ambiente (61). Son de gran preocupación ya que se les ha encontrado en una amplia gama de ambientes. En 2015, se utilizaron 8.4 millones de toneladas de plastificantes en el mundo. El que se utilizó más comúnmente es Di(2-etilhexil) ftalato (DEHP), representando un 37% del mercado mundial de plastificantes (ECPI, 2016). Sin embargo, gradualmente se ha ido reemplazando el DEHP por diisononil ftalato (DiNP), diisododecil ftalato (DiDP) and di(2-propil heptil) ftalato (DHP), que representaron el 57% del consumo de plastificantes en Europa en 2015 (59).

Desde 1999, la Unión Europea ha restringido algunos ftalatos 1999 y Estados Unidos y Canadá similarmente han limitado su uso desde 2008, en particular en juguetes para niños o artículos que los niños pequeños puedan meterse a la boca. En la UE, se ha clasificado el DEHP como una tóxico para la reproducción (categoría 1B).

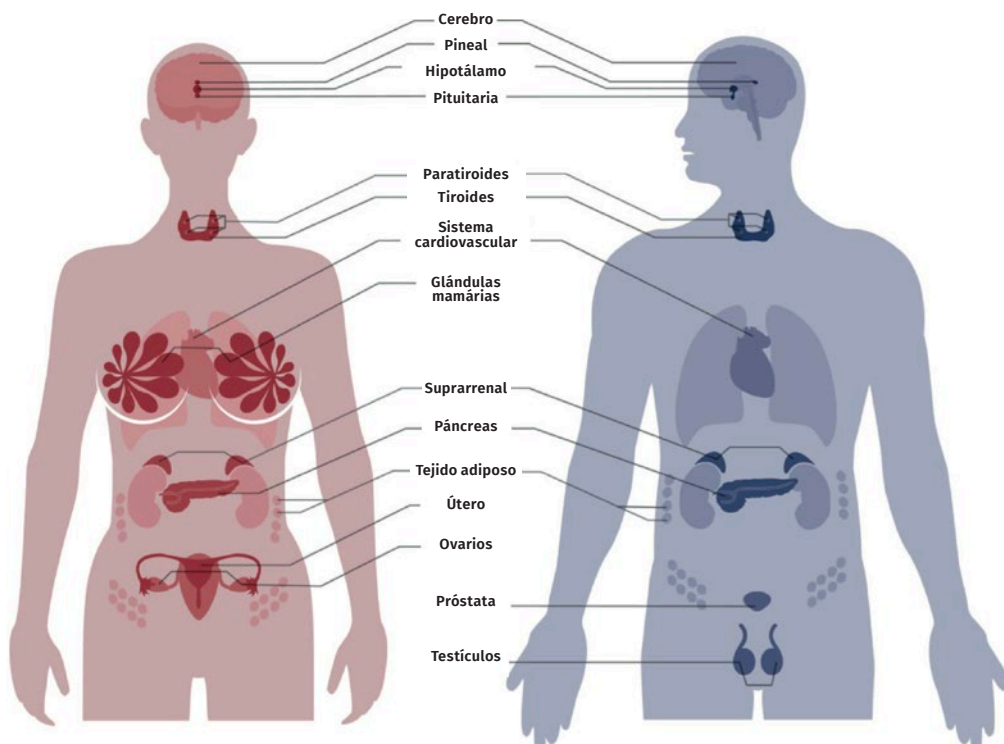


Illustration: Endocrine Society

2.2.4. Bisfenoles

Los bisfenoles son un grupo de compuestos químicos con dos funcionalidades de hidroxifenil. Se encuentran presentes en muchos productos de plástico policarbonato (incluyendo botellas de agua, recipientes para guardar y envasar comida, equipo deportivo y discos compactos), revestimientos de resina epóxica para latas de aluminio y también frecuentemente se les utiliza como revelador para papel térmico como el que se usa para la impresión de recibos de caja registradora.



Se encuentran presentes en muchos productos de plástico policarbonato (incluyendo botellas de agua, recipientes para guardar y envasar comida, equipo deportivo y discos compactos)

El bisfenol A (BPA) es la sustancia química más representativa del grupo de los bisfenoles y además es una de las sustancias químicas que se producen más comúnmente en el mundo, con una producción total de más de tres millones de toneladas anuales (62). En los humanos, se relaciona con una reducción de la calidad de los óvulos y otros aspectos de la viabilidad de los óvulos en mujeres que buscan tratamientos de fertilidad.

El BPA se utiliza principalmente como monómero para plástico policarbonato (PC) (un 65% del volumen utilizado) y resinas epóxicas (un 30% del volumen utilizado), que son los principales componentes de la capa de revestimiento de las latas de aluminio (63). El BPA también se puede utilizar como antioxidante o como plastificante en otros polímeros (PP, PE y PVC) (64). Se puede lixiviar el BPA (65), llevando a su liberación de los envases de alimentos y bebidas, una fuente de exposición para humanos (66). Estudios sobre la exposición humana al bisfenol A y al 4-terciario-octilfenol realizados en Estados Unidos, muestran una correlación entre la concentración de estas sustancias químicas y la población en una selección de grupos demográficos y de ingresos: las mujeres tuvieron concentraciones estadísticamente más altas que los hombres y los niños tuvieron concentraciones más altas que los adolescentes, quienes, a su vez, tuvieron concentraciones más altas que los adultos. Las concentraciones fueron más bajas para los participantes de familias con ingresos más altos (67).





PFOA incluido en el Convenio de Estocolmo y PFHxS en el proceso POPRC

El Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes votó por unanimidad para agregar el ácido perfluorooctanoico (PFOA) a la lista de sustancias a ser eliminadas en virtud del acuerdo de 2004 dedicado a la reducción de COP. colitis y defectos de nacimiento. En su decimocuarta reunión, el Comité de Examen de Productos Químicos del Convenio de Rotterdam adoptó el perfil de riesgo del ácido perfluorohexano sulfónico (PFHxS), sus sales y los compuestos relacionados con el PFHxS, lo que llevó al producto químico a la siguiente etapa de examen que requiere una evaluación de gestión de riesgos.

En la producción de plásticos, también se utilizan otras sustancias análogas al bisfenol, como bisfenol B, bisfenol F y bisfenol S, las cuales también pueden representar una amenaza para el medio ambiente ([Más información aquí](#)). En estudios con animales, se han expresado de muchas maneras diferentes los senderos hormonales perturbados por bisfenol S (BPS): cambios en el crecimiento uterino, cambios en las concentraciones de las hormonas sexuales tanto masculinas como femeninas, alteraciones reproductivas incluyendo cambios en la producción de óvulos y en la cuenta de espermatozoides (68), así como un aumento de peso estadísticamente significativo y alteraciones en los perfiles metabólicos hormonales (69). Un estudio reciente (70) demostró que el BPS altera el comportamiento materno y el funcionamiento cerebral en ratones expuestos a esta sustancia durante el embarazo/la lactancia, así como en sus descendientes hembras. Un extenso artículo analítico publicado en la revista científica *Environmental Health Perspectives*, (71) presenta un resumen de los efectos del BPS sobre la actividad hormonal.

Aunque se le ha estudiado menos que el BPA o el BPS, el bisfenol F (BPF) parece tener efectos similares al BPA. Estudios recientes sobre la unión de receptores indica que cuando actúa a través de por lo menos uno de los receptores nucleares de estrógeno, es prácticamente tan potente como el BPA (72). Estos estudios se complementan con pruebas con animales que muestran los efectos que tiene el BPF sobre el crecimiento uterino y el peso de los testículos, demostrando así el impacto que tiene sobre los senderos del estrógeno y el andrógeno, respectivamente (73). El BPF, al igual que el BPA, también parecen perturbar los senderos de la tiroides (74).



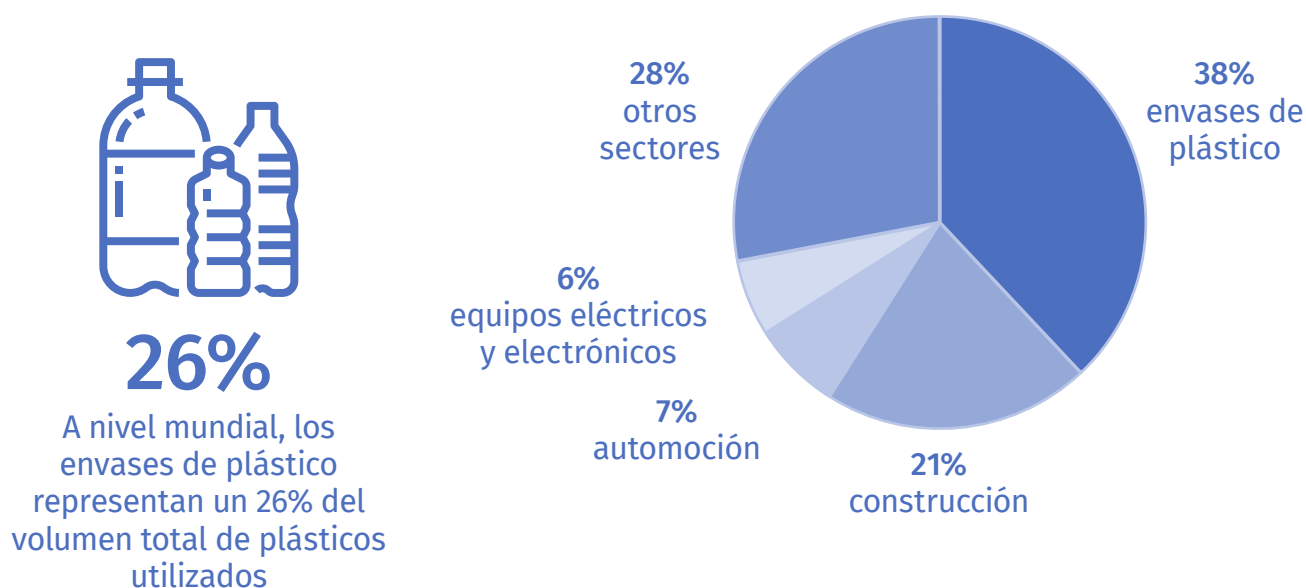
2.2.5. Nonilfenoles

Los NPs y los NPEs se utilizan para muchas aplicaciones como pinturas, plaguicidas, detergentes y productos de cuidado personal

Los nonilfenoles (NP) son productos intermedios de la degradación de un tipo de surfactantes y antioxidantes ampliamente utilizados: los etoxilatos de nonilfenol (NPE) (114). Se utilizan los NPs y los NPEs para muchas aplicaciones como pinturas, plaguicidas, detergentes y productos de cuidado personal, además de que se les puede utilizar en plásticos como antioxidantes y plastificantes (115).

Se ha descubierto que los NPs se lixivian de las botellas de plástico al agua que contienen (116). Además, los efluentes de aguas residuales de plantas de tratamiento de estas aguas son una fuente primordial de NPs y NPEs en el medio ambiente. El impacto de los NPs en el medio ambiente incluye la feminización de organismos acuáticos y una caída en la fertilidad masculina y en la supervivencia de los jóvenes, aunque sea en concentraciones bajas (75). Se considera a los NPs como perturbadores del sistema endocrino y su uso está prohibido en la Unión Europea, debido, por ejemplo, a sus efectos sobre el medio ambiente y la salud humana (115).

2.3. Sectores prioritarios



Se utilizan extensivamente los polímeros y sus aditivos en bienes de consumo y para la producción de fibras sintéticas, espumas, revestimientos, adhesivos y selladores. A nivel mundial, los envases de plástico representan un 26% del volumen total de plásticos utilizados (4). En Europa, en el sector de envases predomina el uso del plástico (38%), seguido por el sector de la construcción (21%), el sector automotriz (7%), los sectores de equipos eléctricos y electrónicos (6%) y otros sectores (28%), como el sector médico y del entretenimiento (76).

Los plásticos y los bienes de consumo hechos de plástico, pueden contener COP como SCCPs, PBDEs, PCBs, PCNs y sustancias químicas relacionadas con PFOS/PFOA, además de otras sustancias tóxicas. Los plásticos que contienen COP también se utilizan ampliamente en la construcción, la industria automotriz y los sectores de equipos eléctricos y electrónicos, que abarcan más de una tercera parte del uso del plástico. Durante el proceso de reciclado, otros tipos de plásticos también sufren el impacto de sustancias tóxicas las cuales originalmente no se utilizaban en materiales que entran en contacto con alimentos (77) (78) (79) (80). Un estudio preparado por la Secretaría para el Convenio de Estocolmo, señaló que los niveles bajos de PBDEs en artículos, incluyendo juguetes, indican que su presencia no es resultado de un uso intencionado; lo más probable es que aparezcan en productos nuevos hechos de plástico reciclado que contiene PBDEs (ver figura anterior) (UNEP/COPS/COP.8/INF/12) ([más información aquí](#)).

Durante el proceso de reciclado, otros tipos de plásticos también sufren el impacto de sustancias tóxicas las cuales originalmente no se utilizaban en materiales que entran en contacto con alimentos

Con base en la evidencia de la presencia de sustancias químicas que perturban el sistema endocrino (EDCs en inglés) y sus repercusiones sobre la salud humana, se cree que los sectores discutidos en la siguiente sección son los más preocupantes ([más información aquí](#)).



2.3.1. Productos para niños

Los juguetes para niños muchas veces contienen EDCs. Aunque en algunas jurisdicciones se regula y prohíbe el uso de algunos EDCs en la producción de juguetes, juegos y accesorios para niños y bebés, como las mamilas, por ejemplo, persisten muchos problemas. Los productos más viejos, manufacturados en el exterior de los países que cuentan con una regulación, o bien que funcionan con baterías, pueden ser particularmente preocupantes ([más información aquí](#)).

Se han detectado COP en juguetes hechos con plásticos reciclados que contienen COP-Retardantes de Llama Bromados (BFRs) (81) y debido al uso abundante de SCCPs en juguetes hechos con PVC suave (82) (83). El contenido de POP-PBDEs y de otros aditivos plásticos en plásticos reciclados ha demostrado que a través de los juguetes, los niños se han visto expuestos de manera relevante a estas sustancias químicas (84) (85). Un estudio nuevo realizado por IPEN en 2017, revela altas concentraciones de PBDEs (éteres de difenilo polibromado), como éter de octabromodifenilo (OctaBDE), éter de decabromodifenilo (DecaBDE) y SCCPs (parafinas cloradas de cadena corta) en juguetes hechos de materiales reciclados y adquiridos en diferentes tiendas en 26 países del mundo ([más información: 1, 2 y 3](#)). Los niveles de algunas sustancias químicas resultaron más de cinco veces más elevados que los límites internacionales recomendados. Aparecen en las listas del Convenio de Estocolmo. Sin embargo, su presencia en productos nuevos, a pesar de estar prohibidos o restringidos, abre la discusión de un problema relativo a los reglamentos inadecuados del reciclado en una economía circular.

En los países desarrollados, se etiquetan los productos que contienen ftalatos, aunque no es el caso en los países en desarrollo o en transición. Proyectos recientes en Nepal, las Filipinas, Armenia, Serbia y Bielorusia mostraron claramente que no se etiquetan los ftalatos en los juguetes, por lo que la información en las etiquetas de los productos no ayudan a los consumidores a elegir juguetes libres de sustancias tóxicas, con lo cual permanecen inconscientes de los efectos tóxicos sobre la salud que tienen esos productos ([más información aquí](#)).



Desde hace mucho tiempo, se ha reconocido también los problemas existentes con otros EDCs como los metales y sus sales. Estudios realizados por la Red Internacional para la Eliminación de Contaminantes (IPEN) ([más información aquí](#)) reportó que contenían plomo un 18% de los productos para niños en Rusia y los países circundantes, un 15% en las Filipinas y un 10% en cinco ciudades en China. El cadmio, un elemento natural utilizado en baterías, pigmentos, estabilizadores plásticos, aleaciones y revestimientos, en años recientes ha caído bajo una regulación mayor por ser cancerígeno y contaminante. Puede que el cadmio también sea un EDC. La investigación científica sugiere que se relaciona con una amplia gama de efectos adversos sobre el sistema reproductivo.

En los países desarrollados, se etiquetan los productos que contienen ftalatos, aunque no es el caso en los países en desarrollo o en transición

2.3.2. Los envases: Materiales que están en contacto con alimentos y bebidas

El plástico se utiliza en gran medida para el envasado, ya que es un producto de bajo costo y de un solo uso que muy frecuentemente no es reutilizable o no se prevé que se le reutilice. Actualmente, la economía pierde un 95% del valor del envasado de plástico después de un solo uso breve (4). Existe una diversidad de envases de plástico hechos de múltiples polímeros y numerosos aditivos, junto con otros componentes, como los adhesivos o los revestimientos. Es extremadamente preocupante que los envases de plástico contengan residuos de sustancias utilizadas durante su producción, como los solventes, junto con sustancias que se les agregan involuntariamente, como las impurezas, los oligómeros, o productos de degradación (20). Los COP fluorados como los PFOAs y anteriormente los PFOSs se utilizan en el envasado de alimentos a través de los revestimientos de polímeros fluorados (86) (87).

Se utilizan los ftalatos en cientos de productos, incluyendo muchos envases para tanto alimentos como bebidas, así como envolturas de plástico. Ha surgido preocupación por los envases, ya que las personas quedan expuestas a los ftalatos cuando éstos se lixivian en los alimentos o bien se liberan cuando los envases se colocan en un horno de microondas. Algunas compañías han retirados los ftalatos voluntariamente de sus productos y los anuncian como “libres de ftalatos”. Entre los compuestos fenólicos que se considera que perturban el sistema endocrino, bisfenol A (BPA) es uno de los más conocidos y de los más generalizados. Aunque en algunos países se ha prohibido el uso de BPA en productos para niños como mamilas, por ejemplo, todavía se le utiliza en muchas botellas para agua y envases plásticos y en las resinas epóxicas que protegen alimentos enlatados contra la contaminación ^(viii).





2.3.3. Equipo eléctrico y electrónico (EEE) y desechos relacionados (WEEE / E)

En los plásticos utilizados en la electrónica, se utilizan o han utilizado COP que son BFRs (tetra-hepta-BDE, deca-BDE, HBB, HBCD) como retardantes de llama. Se ha utilizado deca-BDE muy ampliamente y sigue teniendo una exención para su uso en los almacenes exteriores de equipos eléctricos y electrónicos.

En 2009, el Enfoque Estratégico para la Gestión de Productos Químicos a Nivel Internacional (SAICM) acordó que las sustancias químicas utilizadas en la electrónica son una preocupación global y en 2011, la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUUDI) y las Secretarías de los Convenios de Basilea y Estocolmo organizaron una reunión con un grupo de expertos para formular recomendaciones que aborden las sustancias químicas peligrosas en la electrónica, las cuales posteriormente fueron avaladas por más de 100 gobiernos en las reuniones de SAICM en 2012 y 2015.

Las sustancias químicas utilizadas en la electrónica son una preocupación global

Cada vez hay mayor evidencia de que la demanda de plástico negro para productos de consumo en parte se cubre con materia prima que proviene de las carcasas de plástico de equipos electrónicos y eléctricos que han finalizado su vida útil (WEEE) que se acompaña de la correspondiente contaminación con COP (78) (79) (84) (85) (14). Si se le clasifica de manera ineficiente, los plásticos WEEE tienen el potencial de introducir sustancias peligrosas restringidas al material reciclado. Además de los POP-BFRs, a través del reciclado se reintroducen antimonio, que es un retardante de llama sinérgico y los metales pesados de cadmio, cromo, mercurio y plomo (88).

Es importante notar que estas sustancias químicas no aparecen etiquetados ni en los equipos electrónicos ni en los desechos electrónicos relacionados con ellos. La falta de información sobre su presencia en los productos y los desechos complica el proceso de reciclado, socava el enfoque de la economía circular, le niega a los consumidores el derecho a estar informados y resulta peligroso para quienes manejan desechos.



2.3.4. Textiles, tapicería y muebles

Estas sustancias químicas no aparecen etiquetadas en los productos textiles, lo cual impide que los consumidores tomen decisiones informadas o bien que los procedan a reciclar de manera segura. Como resultado, los consumidores carecen de información sobre las sustancias químicas que contienen los productos que compran, mientras que los gobiernos no tendrán forma de saber si los productores están cumpliendo con las estipulaciones del Convenio de Estocolmo que no permiten el reciclado de productos que contengan Deca-BDE

El poliéster, el nylon, el acrílico y otras fibras sintéticas son diferentes formas de plástico, las cuales actualmente constituyen más de un 60% de los materiales con los que está hecha nuestra ropa a nivel mundial (89). Las fibras plásticas sintéticas son económicas y extremadamente versátiles, proporcionan elasticidad, transpirabilidad, calidez y durabilidad. Estas fibras contribuyen a la contaminación de los océanos por plástico de manera sutil aunque generalizada, ya que tan solo el lavado permite que las telas que están compuestas de estas fibras, junto con las mezclas de fibras sintéticas y naturales se lixivien hacia el medio ambiente. Aunque los cálculos varían, es posible que una sola carga de ropa al ser lavada libere cientos de miles de fibras y microfibras de la ropa hacia el sistema de recolección de aguas grises. A través de los tiraderos, los textiles también pueden terminar desembocando en los ríos y mares.

Se utilizan diferentes COP en los textiles con los que se produce ropa y, en particular, las vestiduras para los medios de transporte y muebles, además de otros textiles o alfombras con retardantes de llama o con tratamientos químicos en la superficie (por ejemplo, penta-BDEs, deca-DBE, HBCD, SCCPs, PFOS y PFOA comerciales). Deca-BDE y SCCPs han recibido exenciones ([más información aquí](#)) para su uso en textiles. Estas sustancias químicas no aparecen etiquetadas en los productos textiles, lo cual impide que los consumidores tomen decisiones informadas o bien que los procedan a reciclar de manera segura. Como resultado, los consumidores carecen de información sobre las sustancias químicas que contienen los productos que compran, mientras que los gobiernos no tendrán forma de saber si los productores están cumpliendo con las estipulaciones del Convenio de Estocolmo que no permiten el reciclado de productos que contengan Deca-BDE.



2.3.5. Sector de la construcción

En la construcción, se utiliza de manera importante el plástico y los polímeros. En edificios y otras áreas de construcción, se utilizan grandes volúmenes de espuma de polímeros para el aislamiento térmico. Las principales espumas de polímeros que se utilizan son poliestirenos, incluyendo el poliestireno expandido (EPS) y el poliestireno extruido (XPS), el poliuretano (PUR) y el poliisocianurato (PIR). A las espumas muchas veces se les da un tratamiento retardante de llama con retardantes de llama bromados o de otro tipo, para así cumplir con las normas de inflamabilidad. Aunque en 2013 se incluyó el HBCD en la lista como un COP, se le sigue utilizando en los poliestirenos EPS/XPS debido a una exención específica para su uso en el aislamiento térmico en la construcción. Aunque en 2017, se clasificó el decaBDE como COP, se le sigue utilizando en la espuma PUR en la construcción por contar con una exención específica. Estas espumas tienen una vida útil de décadas, e incluso posiblemente de hasta un siglo, implicando desafíos para los países en desarrollo cuando tienen que lidiar con las espumas aislantes al final de su vida útil [\(90\)](#).

La espuma aislante PE y las láminas de plástico PE y PP son otros polímeros utilizados en la construcción que han sido tratados con decaBDE u otros retardantes de llama. Además, se siguen utilizando las parafinas SCCPs y en el pasado se utilizaron también PCNs y PCBs en polímeros empleados en la construcción, en particular en selladores y pinturas [\(91\)](#) [\(92\)](#). También se utilizan parafinas SCCPs y, por lo tanto, una variedad de polímeros en la construcción en PVC, selladores/adhesivos, y hules [\(93\)](#). En la construcción, también se utilizan el decaBDE y el HBCD en pinturas/revestimientos intumescientes. Estos plásticos tienen una larga vida útil de décadas. Con respecto a las pinturas y los selladores, que muchas veces contienen plastificantes de revestimientos, como PCBs o SCCPs y frecuentemente se basan en PVC, se ha demostrado que el chorreado abrasivo o sandblasteado para retirar estas pinturas o selladores contamina el medio ambiente, incluyendo la contaminación de varios cientos de kilómetros de sedimentos fluviales o en fiordos con PCBs provenientes de puentes individuales [\(94\)](#) [\(95\)](#).

2.4. Micro plásticos, contaminantes persistentes cuya capacidad de transporte impide la implementación de la economía circular



Comprender mejor la toxicidad de los microplásticos

Los plásticos contienen aditivos (incluidos los disruptores endocrinos) que pueden ser absorbidos por los tejidos de los animales que los ingieren. Esta investigación contribuirá a identificar los plásticos más tóxicos según su composición, con el fin de eliminarlos como una prioridad de nuestro consumo.

Plástico en el mar: ¡las soluciones están en tierra!

Sería imposible recolectar la enorme cantidad de microplásticos en el mar. La solución más eficaz es detener el flujo de residuos provenientes de los continentes.

Los micro plásticos son partículas diminutas de material plástico, típicamente más pequeño que 5 mm, que se pueden formar inintencionadamente a través del uso y desgaste de piezas más grandes de plástico, incluyendo textiles sintéticos, o bien que se han manufacturado y agregado intencionalmente a productos con un propósito específico, por ejemplo, como perlas exfoliantes para la exfoliación del rostro o el cuerpo. Una vez que se liberan al medio ambiente, se acumulan en los peces y crustáceos, con lo cual entran en la cadena alimenticia.

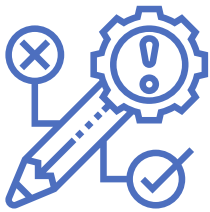
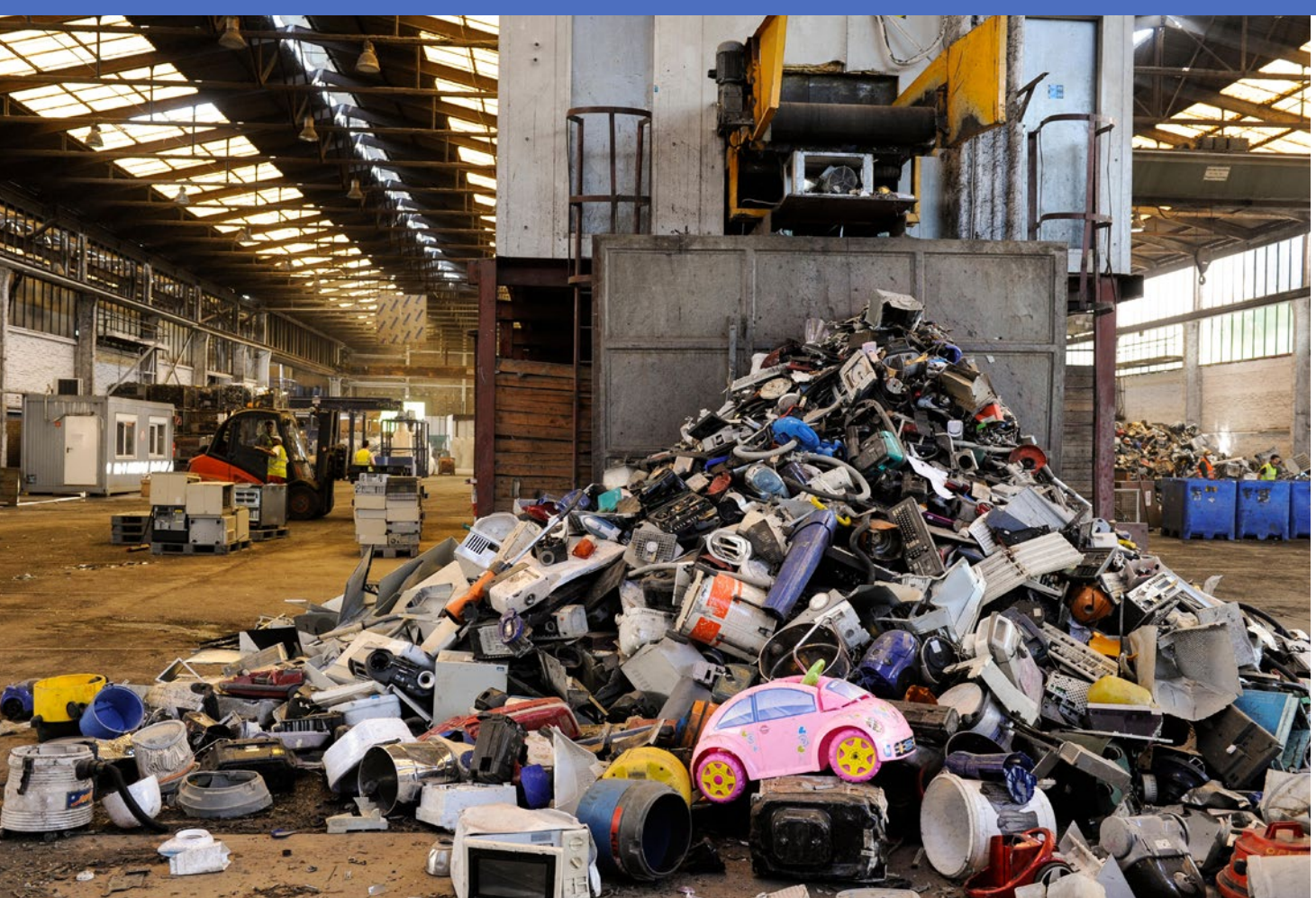


Motivados por su preocupación por el medio ambiente y la salud humana, varios países han decretado o propuesto prohibiciones nacionales sobre el uso intencional de micro plásticos ([más información aquí](#)) en ciertos bienes de consumo, principalmente el uso de ‘micro esferas’ en productos cosméticos como ‘enjuagues’, o están considerando mayores restricciones a los micro plásticos intencionalmente añadidos a productos de los cuales inevitablemente se liberarán. El alcance de estas restricciones abarca el uso de micro plásticos en una amplia gama de productos profesionales y de consumo en múltiples sectores, incluyendo productos cosméticos, detergentes y productos de mantenimiento, pinturas y revestimiento, materiales de construcción, productos medicinales y diferentes productos utilizados en la agricultura y la horticultura y en los sectores del petróleo y el gas ([más información aquí](#)).



Se han reportado diferentes consecuencias que han sufrido varias especies como resultado de la ingesta de macro-, micro- y nano-plásticos o el enredo de macro plásticos (96) (97), incluyendo la asfixia o el bloqueo del tracto digestivo que causa la muerte (96). Más aún, también se sabe que la capacidad de los plásticos de absorber COP causa problemas adicionales (2), ya que se han detectado aditivos plásticos en concentraciones de hasta seis órdenes de magnitud más alta que el agua circundante (98). Adicionalmente, es probable que las EDCs en los micro plásticos sean tan dañinas como las EDCs que se clasifican como COP en términos de su comportamiento y consecuencias para el medio ambiente marino, ya que tienen un nivel de actividad, distribución generalizada, riesgo tóxico y bio-acumulación comparables con los COP.

Los plásticos en el medio ambiente marino juegan un papel importante en el transporte global de sustancias químicas tóxicas contaminantes encapsuladas en una matriz polímera o adsorbidas del entorno contaminado. Se estima que bajo las condiciones del medio ambiente marino estas sustancias persistirán por décadas o incluso siglos y por lo tanto las corrientes marinas o la migración de la vida marina las podrán transportar largas distancias, representando así una amenaza directa a las poblaciones de peces, a la riqueza de la biodiversidad marina y potencialmente a la salud humana (99) (100) (101).

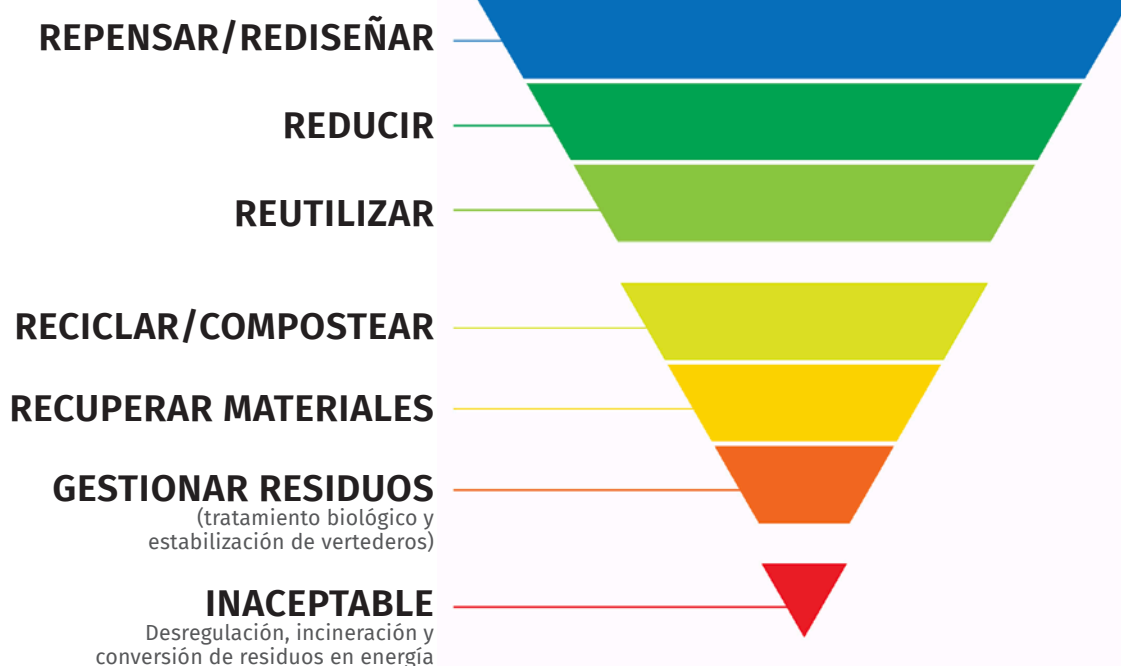


3. Enfoques clave para enfrentar este problema

Existe un número de enfoques generales que pueden contribuir a la reducción de los daños asociados con los plásticos y los aditivos tóxicos que puedan contener, para así ‘cerrar el círculo’ de manera segura. Cada vez más, se reconoce la necesidad de abordar cuestiones relativas a la contaminación “río arriba”, para reducir la generación final de desechos peligrosos y de otro tipo. Sin embargo, fomentar el reciclado puede tener efectos negativos si no se abordan la eco-toxicidad y los riesgos para la salud de manera adecuada y en una etapa temprana.

La gestión de los desechos y el reciclado son aspectos esenciales del enfoque de una economía circular segura, aunque este no se limita exclusivamente a estos dos aspectos. El concepto también incluye muchos otros aspectos como el eco-diseño, el desarrollo de nuevos modelos de negocios, los sistemas de productos-servicios, la extensión de la vida útil de los productos, las garantías de por vida, la reutilización, la re-manufactura, estrategias de renovación, los reglamentos sobre el derecho a reparar, avances hacia la plena responsabilidad del productor con objetivos guiados hacia un alto desempeño y resultados sustentados en una estricta aplicación de los reglamentos.

LA JERARQUIA 'ZERO WASTE'



Algunos de los puntos que se señalan a continuación potencialmente pueden tener relevancia para el trabajo realizado por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente o bajo el marco del SAICM, y también podrán informar el trabajo específico realizado bajo los Convenios de Basilea y Estocolmo:

(a) Acelerar la innovación de materiales más seguros:

Existe una evidente y cada vez mayor necesidad de innovar para desarrollar materiales más seguros e incrementar la disponibilidad de alternativas no tóxicas y más seguras en el mercado (por ejemplo, alternativas para parafinas SCCPs y decaBDE, Secretaría del Convenios de Estocolmo, 2019a,b) (102) (103). Muchas veces se da el caso de que se reemplazan sustancias dañinas por sustancias químicas con una estructura similar y un potencial de daño parecido (42), por lo cual es necesario contar con sistemas que eviten que se den sustituciones químicas tan lamentables.

Iniciativas recientes, como los ejercicios de mapeo efectuados por la Agencia Europea de Sustancias y Mezclas Químicas (ECHA por sus siglas en inglés) ([Más información aquí](#)) pueden servir como un primer paso hacia este esfuerzo. El proyecto conjunto de ECHA y representantes de la industria ha creado una lista de más de 400 aditivos o pigmentos funcionales utilizados en los plásticos, incluyendo información sobre los polímeros en los cuales se encuentran más comúnmente y los rangos de concentración típicos. Este mapeo considera sustancias registradas bajo el reglamento REACH, cuya producción es de más de 100 toneladas anuales y se enfoca en plastificantes, retardantes de llama, pigmentos, antioxidantes, agentes antiestáticos, agentes nucleantes y diferentes tipos de estabilizadores.

(b) Promover la colaboración industrial:

El compartir herramientas y enfoques proporciona una atención enfocada y acelera el cambio. Se ha reconocido que cuando se coordinan las industrias y acuerdan normas, certificaciones y reglamentos que están alineados con una perspectiva común de lo que es una química segura, se puede acelerar el avance hacia productos optimizados. Los esquemas de Responsabilidad Extendida del Productor, si están bien diseñados, también pueden ser apoyo para cerrar el círculo. Estos enfoques se deben promover a través de los Convenios y otros instrumentos globales que promueven la gestión racional de sustancias químicas y sus desechos, así como a través de proporcionar orientaciones a asociaciones y consorcios, con lo cual se le envía un mensaje más fuerte a la industria en su conjunto, para así lograr reducir los costos y producir materiales sanos y competitivos con base en los productos establecidos. Las plataformas de colaboración permiten que la industria ponga a prueba nuevos modelos de negocios que alineen los incentivos entre diversas partes interesadas.

(c) La innovación en los sistemas de reciclado:

Aunque la mayoría de los esfuerzos de las estrategias de la economía circular se ha enfocado en esta área, todavía se pueden hacer más mejoras. No se deberían de procesar los materiales que contienen sustancias peligrosas con materiales que no contienen sustancias peligrosas. Los metas del reciclado para los materiales y productos libres de sustancias peligrosas deberían de ser significativamente más altas que las de las categorías de materiales que contienen sustancias peligrosas que necesitan ser separadas en el proceso de reciclado. Se recomienda altamente promover una mejor separación y recolección en la fuente de origen para evitar que se mezclen corrientes peligrosas con materiales reciclables seguros.

Adicionalmente, se necesita investigar la despolimerización indiscriminada, la desconstrucción y la disociación de la composición química de los materiales para que los subproductos resultantes y constitutivos puedan ser supra-reciclados en materias primas con un valor más alto para procesos industriales tanto nuevos como ya existentes. El reciclado y la recuperación de materiales realizados de manera controlada y eficiente daría lugar a nuevas oportunidades de empleo y a oportunidades para reintegrar materiales que actualmente se eliminan, al ciclo económico.

Más aún, existe la necesidad de impulsar la innovación en la tecnología e infraestructura del reciclado. Las orientaciones para las mejores técnicas disponibles y las mejores prácticas ambientales para los COP y los PBDE recopilaron tecnologías para la separación y el reciclado de plásticos y espumas (Secretariado del Convenio de Estocolmo, 2017a). Otras posibles tecnologías emergentes incluyen el aprovechamiento del uso de catalizadores, bacterias (enzimas), líquidos iónicos y otras técnicas para convertir la composición molecular de los plásticos, como el tereftalato de poliéster (PET), el polietileno (PE), y el policarbonato (PC), en materias primas útiles (10).

(d) El acceso a la información sobre las sustancias químicas contenidas en los plásticos:

Existe una urgente necesidad de contar con información públicamente disponible sobre el uso de sustancias químicas en los plásticos y sobre la composición química exacta de los productos acabados de plástico. Para esto, podría ser de gran ayuda aumentar el acceso transectorial a datos de alta calidad sobre las evaluaciones de los peligros químicos y promover la transparencia de los datos sobre los ingredientes químicos y sus impactos.

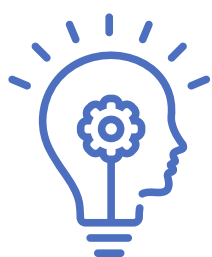
El saber qué aditivos se encuentran en los productos plásticos es un problema global. Requiere de la colaboración a escala mundial, que atraviese todos los sectores interesados y todos los ciclos de vida del producto. Para proteger la salud humana y el medio ambiente es de crucial importancia compartir información sobre las sustancias químicas en los plásticos entre todos los actores involucrados en todos los ciclos de vida de los productos. La falta de información sobre las sustancias químicas contenidas en los productos es un obstáculo significativo para lograr reducir los riesgos de las sustancias químicas peligrosas. El acceso a la información sobre qué sustancias químicas se encuentran en los productos plásticos es una condición necesaria, así como un prerrequisito, para permitir la gestión racional de sustancias químicas en artículos de todos los días, no sólo en la manufactura, sino también a lo largo de los ciclos de vida de los productos. La declaración y el etiquetado obligatorios de las sustancias peligrosas contenidas en los productos de plástico proporcionará información de vital importancia para quienes los consumen, manejan, procesan y regulan.

El Programa de Químicos en Productos del SAICM es una iniciativa global única que promueve diferentes opciones para divulgar información sobre las sustancias químicas en los productos que podrían ser utilizadas como aditivos tóxicos en el plástico.

Puede que sea necesario cuestionar las exigencias injustificadas de confidencialidad comercial. Como se describe en el Programa de Químicos en Productos del SAICM, de acuerdo con la Estrategia Global de Políticas, en su párrafo 15, la información sobre las sustancias químicas relacionadas con la salud y la seguridad de los humanos y el medio ambiente no deberían ser consideradas como algo confidencial.



Photo credit: Prigi Arisandi, Ecoton



4. Conclusiones

La producción de plásticos y el volumen de aditivos químicos utilizados para producir plásticos están creciendo exponencialmente. En 2014, se produjeron globalmente aproximadamente 311 millones de toneladas de plástico (Plastics-Europe, 2015): si no se frenan las tendencias de la producción y el uso del plástico, se estima que la producción llegará a los 2,000 millones de toneladas para el año 2050.

Existe una creciente conciencia del problema de la basura marina de plásticos y microplásticos y esto condujo a compromisos importantes a nivel global, regional, nacional y local. A nivel global, en 2019, la Cuarta Asamblea de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEA4) concluyó con una Declaración Ministerial la cual, junto con otras resoluciones relevantes, se comprometió a reducir de manera significativa los productos plásticos de un solo uso para el año 2030. Además, las Partes del Convenio de Basilea dieron un importante paso al acordar modificar Anexos específicos del Convenio con los objetivos de mejorar el control de los movimientos transfronterizos de los desechos de plásticos y aclarar el alcance del Convenio con respecto a lo que se aplica a los desechos. Las modificaciones reconocen el daño causado por una gama de desechos plásticos que contienen aditivos o formulaciones peligrosas. Continúan las discusiones en torno a la clasificación de sustancias químicas potencialmente peligrosas y los controles de algunos grupos de desechos plásticos como aquellos que contienen formulaciones fluoradas y a base de formaldehído.

Sin embargo, mientras que el problema general de la contaminación por plástico ha recibido una atención cada vez mayor, hasta este momento se le ha dedicado mucha menos atención a los aditivos. Se les utiliza muy ampliamente y ningún plástico se produce sin aditivos. Aunque se les encuentra en muchos productos, incluyendo muchos artículos de uso doméstico, rara vez hay información disponible fuera de la cadena de suministros. Muchos de los aditivos son potencialmente tóxicos y algunos reúnen los requisitos para ser COP. Cuando se lixivian de los desechos de plástico, representan un riesgo para el medio ambiente y la salud humana. Los aditivos también son problemáticos para el reciclado y su uso es una barrera potencial para avanzar hacia una economía circular.

Los Convenios de Basilea y Estocolmo han actuado en torno a un número de sustancias, a través de incluirlas en sus listas o bien de emitir orientaciones técnicas. No obstante, sigue habiendo sustancias químicas que no están sujetas a un control adecuado a nivel internacional y tomar medidas para controlarlas, contribuiría de manera significativa a reducir los riesgos asociados con el uso de los plásticos y a promover enfoques basados en los ciclos de vida útil de las sustancias químicas y la economía circular.

Septiembre 2020

Referencias

1. Occurrence and effects of plastic additives on marine environments and organisms: A review. Hermabessiere, Ludovic, et al. s.l. : Elsevier, May 2017, Chemosphere.
2. An overview of chemical additives present in plastics: Migration, release, fate and environmental impact during their use, disposal and recycling. Hahladakis, John N., et al. s.l. : Elsevier, 2017, Hazardous Materials.
3. PlasticsEurope, Brussels. PlasticsEurope, Plastics -the Facts 2014/2015. An analysis of European plastics production, demand and waste data. 2015. PlasticsEurope, Plastics -the Facts 2014/2015. An analysis of European plastics production, demand and waste data. PlasticsEurope, Brussels. http://www.plasticseurope.org/documents/document/20150227150049_final_plastics_the_facts_2014_2015_260215.pdf, 2015.
- 3.a Preliminary draft guidance on preparing inventories of decabromodiphenyl ether. Secretariat of the Stockholm Convention, 2019. UNEP/POPS/COP.9/INF/18
- 3.b Preliminary draft guidance on alternatives to short-chain chlorinated paraffins (SCCPs). Secretariat of the Stockholm Convention, 2019. UNEP/POPS/COP.9/INF/##.
4. Ellen MacArthur Foundation. The new plastics economy: Rethinking the future of plastics and catalysing action. 2017.
5. D.S. Achilias, C. Roupakias and P. Megalokonomos. Chemical recycling of plastic wastes made from polyethylene (LDPE and HDPE) and polypropylene (PP). s.l. : J. Hazard. Mater. 149, 2007. pp. 536–542.
6. European Commission. On a European Strategy on Plastic Waste in the Environment. European Commission. Brussels : s.n., 2013. Green Paper.
7. GEF. Circular Economy. Sixth GEF Assembly. Viet Nam : s.n., 2018.
8. UNIDO. Circular Economy. Vienna : s.n., 2017.
9. European Commission. A European Strategy for Plastics in a Circular Economy. . Brussels : s.n., 2018.
10. Werner, Mike, et al. The role of safe chemistry and healthy materials in unlocking the circular economy. Ellen MacArthr Foundation, Google.
11. Downsides of the recycling process: harmful organic chemicals in children's toys. Ionas AC, Dirtu AC, Anthonissen T, Neels H, Covaci A. 2014, Environ Int. 65, pp. 54-62.
12. Occurrence of brominated flame retardants in black thermo cups and selected kitchen utensils purchased on the European market. Samsonok J, Puype F. 2013, Food Addit Contam Part A: Chem Anal Control Expo Risk Assess. 30(11), pp. 1976-1986.
13. Evidence of waste electrical and electronic equipment (WEEE) relevant substances in polymeric food-contact articles sold on the European market. Puype F, Samsonok J, Knoop J, Egelkraut-Holtus M, Ortlieb M. 2015, Food Addit. Contam. Part A Chem. Anal. Control Exposure Risk Assess. 32, pp. 410-426.
14. Evidence of bad recycling practices: BFRs in children's toys and food-contact articles. Guzzonato A, Puype F, Harrad SJ. 2017, Environ Sci Process Impacts. 19(7), pp. 956-963.
15. Brominated flame retardants in black plastic kitchen utensils: Concentrations and human exposure implications. Kuang J, Abdallah MA, Harrad S. 2018, Sci Total Environ, pp. 610-611, 1138-1146.
16. Legal limits on single-use plastics and microplastics: A global review of national laws and regulations. UN Environment. 2018.
17. World Economic Forum and Ellen MacArthur Foundation. The New Plastics Economy – Catalysing action. 2017.
18. Tuladhar, Alisha. Circular Economy: A Zero-Waste Model for the Future. [Online] Feb 2018. <https://www.fairobserver.com/world-news/circular-economy-zero-waste-recycling-environment-davos-economic-forum-news-14318/>
19. The Chemicals in Products Programme . SAICM. s.l. : SAICM, 2015. http://www.saicm.org/Portals/12/Documents/EPI/CiP%20programme%20October2015_Final.pdf
20. Overview of known plastic packaging-associated chemicals and their hazards. Groh, Ksenia J., et al. s.l. : Elsevier, 2018, Science of the Total Environment.
21. An overview of chemical additives present in plastics: Migration, release, fate and environmental impact during their use, disposal and recycling. Hahladakis, John N., et al. s.l. : Elsevier, 2017, Hazardous Materials.
22. Leaching characteristics of polybrominated-diphenyl ethers (PBDEs) from flame-retardant plastics, . Y.-J. Kim, M. Osako, S.-i. Osako,. 2006, Chemosphere 65, pp. 506–513.

- 23.** High levels of medium-chain chlorinated paraffins and polybrominated diphenyl ethers on the inside of several household baking oven doors. Gallistl C, Sprengel J, Vetter W. 2018, *Sci Total Environ*, pp. 615, 1019-1027.
- 24.** Chlorinated paraffins leaking from hand blenders can lead to significant human exposures. Yuan B, Strid A, Darnerud PO, de Wit CA, Nyström J, Bergman Å. 2017, *Environ Int*, pp. 109, 73-80.
- 25.** Final Report. Migration of Phthalate Plasticisers from Soft PVC Toys and Child Care Articles. TNO Report V3932. . Rijk, R. and Ehlert, K. 2001, TNO Nutrition and Food Research, Zeist.
- 26.** Increased migration levels of bisphenol A from polycarbonate baby bottles after dishwashing, boiling and brushing, . C. Brede, P. Fjeldal, I. Skjevrak, H. Herikstad,. 2003, *Food Addit. Contam.* , pp. 684-689.
- 27.** Towards development of a rapid and effective non-destructive testing strategy to identify brominated flame retardants in the plastics of consumer products. Gallen C, Banks A, Brandsma S, Baduel C, Thai P, Eaglesham G, Heffernan A, Leonards P, Bainton P, Mueller JF. 2014, *Sci Total Environ.*, pp. 491-492, 255-265.
- 28.** *PlasticsEurope. Plastics -The Facts 2016 An Analysis of European Plastics Production, Demand and Waste Data.* Plastics Europe. Brussels. s.l. : Plastics Europe. Brussels, 2016.
- 29.** Relevance of BFRs and thermal conditions on the formation pathways of brominated and brominated-chlorinated dibenzodioxins and dibenzofurans. Weber, Roland and Kuch, Bertram. s.l. : Elsevier, 2003.
- 30.** Thermolysis of fluoropolymers as a potential source of halogenated organic acids in the environment. Ellis DA, Mabury SA, Martin JW, Muir DC. 2001, *Nature* 412(6844), pp. 321-324.
- 31.** Thermal degradation products of polytetrafluoroethylene (PTFE) under atmospheric condition. Ochi K, Kawano M, Matsuda M, Morita M. 2008, *Organohalogen Compounds* 70, pp. 2090-2093.
- 32.** Quantitation of gas-phase perfluoroalkyl surfactants and fluorotelomer alcohols released from nonstick cookware and microwave popcorn bags. Sinclair E, Kim SK, Akinleye HB, Kannan K. 2007, *Environ Sci Technol.* 41(4), pp. 1180-1185.
- 33.** Pyrolysis products of polytetrafluoroethylene and polyfluoroethylenepropylene with reference to inhalation toxicity. Arito H, Soda R. 1977, *Ann Occup Hyg.* 20(3), pp. 247-255.
- 34.** A.C. Buekens. s.l. : Elsevier, 2010, PVC and waste incineration – modern technologies solve old problems, in: *The 6th International Conference on Combustion, Incineration/Pyrolysis and Emission Control: Waste to Wealth.*
- 35.** Reviewing the relevance of dioxin and PCB sources for food from animal origin and the need for their inventory, control and management. Weber R, Herold C, Hollert H, Kamphues J, Blepp M, Ballschmiter K. 2018, *Environmental sciences Europe*, 30(1), p. 42.
- 36.** Destruction of Perfluorooctane Sulfonate (PFOS) and Perfluorooctanoic Acid (PFOA) by Ball Milling. Zhang K, Huang J, Yu G, Zhang Q, Deng S, Wang B. 2013, *Environmental Science & Technology* 2013 47 (12), pp. 6471-6477.
- 37.** Mechanochemical destruction of decabromodiphenylether into visible light photocatalyst BiOBr. Zhang K, Huang J, Wang H, Yu G, Wang B, Deng S, Kanoband J, Zhang Q. 2014b, *RSC Advances* 4(28), pp. 14719-14722 .
- 38.** Recovery of bromine and antimony from WEEE plastics 2016 ,, pp. 1-5. Schlummer M, Popp L, Trautmann F, Zimmermann F, Mäurer A. 2016, *Electronics Goes Green 2016+ (EGG) Berlin, 2016*, pp. 1-5.
- 39.** The Chinese import ban and its impact on global plastic waste trade . Brooks, Wang, Jambeck. 2018, *Sci. Adv.* 2018, p. 4.
- 40.** The state of POPs in Ghana- A review on persistent organic pollutants: Environmental and human exposure. Bruce-Vanderpuije P, Megson D, J.Reiner E, Bradley L, Adu-Kumi S, A.Gardella J. 2019, *Environmental Pollution, Volume 245*, pp. 331-342.
- 41.** Weber, Roland, et al. 20 case studies on how to prevent the use of toxic chemicals frequently found in the Mediterranean Region. Regional Activity Centre for Sustainable Consumption and Production (SCP/RAC). Barcelona : s.n., 2018.
- 42.** From incremental to fundamental substitution in chemical alternatives assessment. Fantke P, Weber R, Scheringer M. 2015, *Sustainable Chemistry and Pharmacy* 1, pp. 1-8.
- 43.** Camboni, Marco. Substitution, including grouping of chemicals & measures to support substitution. European Commission. 2017.
- 44.** Marine litter plastics and microplastics and their toxic chemicals components: the need for urgent preventive measures. Gallo, Frederic, et al. s.l. : SpringerOpen, 2018, *Environmental Sciences Europe*.

- 45.** Dechlorane plus and related compounds in the environment. A review. Sverko, E., et al. 2011, *Environmental Science and Technology*. 45:5088-5098.
- 46.** Perfluorooctanoic acid (PFOA) – main concerns and regulatory developments in Europe from an environmental point of view. Vierke, Lena, Staude, Claudia and Bieg, Annegret. s.l. : Springer Berlin Heidelberg, May 2012, *Environ Sci Eur* (2012) 24: 16. <https://doi.org/10.1186/2190-4715-24-16>.
- 47.** Stockholm Convention. Risk management evaluation on decabromodiphenyl ether (commercial mixture, c-decaBDE). Persistent Organic Pollutants Review Committee Eleventh meeting. 2015.
- 48.** The complex interaction between marine debris and toxic chemicals in the ocean. Engler, RE. Nov 2012, *Environ Sci Technol*. 2012 Nov 20;46(22):12302-15. doi: 10.1021/es3027105. Epub 2012 Nov 2.
- 49.** Phthalates and other additives in plastics: human exposure and associated health outcomes. Meeker, John D, Sathyanarayana, Sheela and H. Swan, Shana. s.l. : The Royal Society, Jul 2009, *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci*.
- 50.** Distribution and Fate of HBCD and TBBPA Brominated Flame Retardants in North Sea Estuaries and Aquatic Food Webs. Morris, et al. s.l. : PubMed, Dec 2004, *Environmental Science and Technology* 38(21):5497-504.
- 51.** Scientific Opinion on Tetrabromobisphenol A (TBBPA) and its derivatives in food. European Food Safety Authority. 2013, *EFSA Journal* 2011;9(12):2477.
- 52.** Maternal levels of perfluorinated chemicals and subfecundity. Fei, C, et al. 2009, *Hum Reprod*. 24(5):1200-1205.
- 53.** Do perfluoroalkyl compounds impair human semen quality? Joensen, UN1, et al. 2009, *Environ Health Perspect*. 117(6), 923-927. doi: 10.1289/ehp.0800517.
- 54.** Endocrine disruption of androgenic activity by perfluoroalkyl substances: clinical and experimental evidence. Di Nisio, A, et al. 2018, *J Clin Endocrinol Metab*. doi: 10.1210/jc.2018-01855.
- 55.** The Madrid Statement on Poly- and Perfluoroalkyl Substances (PFASs). Blum, Arlene, et al. 2015, *Environmental health perspectives*. 123. A107-A111. 10.1289/ehp.1509934. Xenia & Goldenman, Gretta & Cousins, Ian & Diamond, Miriam & Fletcher, Tony & Higgins, Christopher & E Lindeman, Avery & Peaslee, Graham & De Voogt, Pim & Wang, Zhanyun & Weber, Roland. (2015). The Madrid Statement on Poly- and Perfluoroalkyl Substances (PFASs).
- 56.** Perfluoroalkyl and polyfluoroalkyl substances in the environment: terminology, classification, and origins. Buck, RC, et al. [ed.] doi: 10.1002/ieam.258. 2011, *Integr Environ Assess Manag*. 7(4):513-541.
- 57.** A critical review of the application of polymer of low concern and regulatory criteria to fluoropolymers. *Integr Environ Assess Manag*. 14(3):316-334. Henry, BJ, et al. Mar 2018. doi: 10.1002/ieam.4035. Epub 2018 Mar 30.
- 58.** Structure and surface properties of polyacrylates with short fluorocarbon side chain: Role of the main chain and spacer group. J. Wang, Q, et al. 2010, *Polym. Sci., Part A: Polym. Chem.*, 2010, 48, 2584–2593.
- 59.** Arbeitsgemeinschaft and P.V.C., Umwelt, e.V. Plasticizers Market Data. (Accessed 31 May 2016). [Online] 2006. http://www.pvc-partner.com/fileadmin/user_upload/downloads/Weichmacher/Marktdaten_Weichmacher_230106.lin_en.pdf
- 60.** Effect of Bisphenol A (EDC) on the reproductive potential of *Helisoma duryi* (Wetherby, 1879). Gabr, Mostafa, et al. 2015, *Egyptian Journal of Aquatic Biology and Fisheries*. 19. 35-49. 10.21608/ejabf.2015.2275.
- 61.** Occurrence, fate, behavior and ecotoxicological state of phthalates in different environmental matrices. Net, S, et al. 2015, *Environ. Sci. Technol*. 49, 4019e4035. <http://dx.doi.org/10.1021/es505233b>.
- 62.** Bisphenol A causes reproductive toxicity, decreases dnmt1 transcription, and reduces global DNA methylation in breeding zebrafish (*Danio rerio*). Laing, LV, et al. Jul 2016, pp. 11(7):526-38. doi: 10.1080/15592294.2016.1182272. Epub 2016 Apr 27.
- 63.** An ecological assessment of bisphenol-A: evidence from comparative biology. Crain, DA, et al. 2007, *Repr Toxic*, pp. 225-39.
- 64.** Bisphenol A and Reproductive Health: Update of Experimental and Human Evidence, 2007–2013. Peretz, J, et al. Aug 2014, *Environ Health Perspect.*, pp. 122(8): 775–786.
- 65.** Leaching of bisphenol A (BPA) to seawater from polycarbonate plastic and its degradation by reactive oxygen species. Sajiki, J and Yonekubo, J. Apr 2003, *Chemosphere*.
- 66.** Environmental contaminants of emerging concern in seafood – European database on contaminant levels. Vandermeersch, G, et al. Nov 2015, *Environmental Research Volume 143, Part B.*, pp. 29-45.

- 67.** Exposure of the U.S. Population to Bisphenol A and 4-tertiary-Octylphenol: 2003–2004. M. Calafat, Antonia, et al. 2004, Division of Laboratory Sciences, National Center for Environmental Health, Centers for Disease Control and Prevention, Atlanta, Georgia, USA.
- 68.** Developmental exposure of zebrafish (*Danio rerio*) to bisphenol-S impairs subsequent reproduction potential and hormonal balance in adults. Naderia, M, Y.L.Wong, Marian and Fatemeh, Gholamic. 2014, *Aquatic toxicology* Volume 148,, pp. 195-203.
- 69.** Obesogen effects after perinatal exposure of 4,4'-sulfonyldiphenol (Bisphenol S) in C57BL/6 mice. Del Moral, Ivry, et al. May 2016, NCBI. doi: 10.1016/j.tox.2016.05.023. Epub 2016 May 27.
- 70.** Bisphenol S (BPS) Alters Maternal Behavior and Brain in Mice Exposed During Pregnancy/Lactation and Their Daughters. Catanese, MC and Vandenberg, LN. s.l. : NCBI, 2017, *Endocrinology*.
- 71.** Bisphenol S and F: A Systematic Review and Comparison of the Hormonal Activity of Bisphenol A Substitutes. Rochester, JR and Bolden, AL. Jul 2015, *Environ Health Perspect.* , pp. 123(7): 643–650.
- 72.** Exposure to the BPA-Substitute Bisphenol S Causes Unique Alterations of Germline Function. Chen, Yichang, et al. s.l. : NCBI, Jul 2016, *Plos Genetics*.
- 73.** Subacute oral toxicity study of bisphenol F based on the draft protocol for the “Enhanced OECD Test Guideline no. 407. Higashihara, N, et al. s.l. : Springer Link, Jul 2007, *Arch Toxicol.* <https://doi.org/10.1007/s00204-007-0223-4>
- 74.** Exposure to bisphenol S alters the expression of microRNA in male zebrafish. Lee, J, et al. 2018, *Toxicol Appl Pharmacol.* , pp. 1;338:191-196.
- 75.** Nonylphenol in the environment: A critical review on occurrence, fate, toxicity and treatment in wastewaters. Soares, A, et al. s.l. : Elsevier, 2008, *Env Int* Vol 34 Iss7 1033-1049.
- 76.** Brussels: PlasticsEurope. PlasticsEurope, Compelling facts about plastics. An analysis of European plastics production, demand and recovery for 2008. 2009. http://www.plasticseurope.org/Documents/Document/20100225141556Brochure_UK_FactsFigures_2009_22sept_6_Final-20090930-001-EN-v1.pdf
- 77.** Occurrence of brominated flame retardants in black thermo cups and selected kitchen utensils purchased on the European market. Samsonek, J and Puype, F. 2013, *Food Additives & Contaminants. Food Addit Contam Part A: Chem Anal Control Expo Risk Assess.* 30(11), 1976-1986.
- 78.** Evidence of bad recycling practices: BFRs in children’s toys and food-contact articles. Guzzonato, A, Puype, F and Harrad, SJ. 2017, *Environ Sci Process Impacts*, pp. 19(7):956-963.
- 79.** Brominated flame retardants in black plastic kitchen utensils: Concentrations and human exposure implications. Kuang, J, Abdallah, MA and Harrad, S. 2018, *Sci Total Environ*, pp. 610-611, 1138-1146.
- 80.** Evidence of waste electrical and electronic equipment (WEEE) relevant substances in polymeric food-contact articles sold on the European market. *Food Addit. Contam. Part A Chem. Anal. Control Exposure Risk Assess.* Puype, F, et al. 2015, pp. 32, 410-426.
- 81.** Downsides of the recycling process: harmful organic chemicals in children’s toys. Ionas, AC, et al. 2014, *Environ Int.*, pp. 65, 54-62.
- 82.** Short Chain Chlorinated Paraffins (SCCP) CAS 85535-84-8 Regulation (EU) 2015/2030 amending Regulation (EC) 850/2004 (POPS). BTHA. 2016. <http://www.btha.co.uk/wp-content/uploads/2016/08/SCCP-Guide.pdf>
- 83.** Draft technical guidelines on the environmentally sound management of wastes consisting of, containing or contaminated with short-chain chlorinated paraffins. . UNEP. 2018, *UNEP/CHW/OEWG.11/INF/10*.
- 84.** Children’s exposure to polybrominated diphenyl ethers (PBDEs) through mouthing toys. Ionas AC, Ulevicus J, Gómez AB, Brandsma SH, Leonards PE, van de Bor M, Covaci A. 2016, *A4Environ Int.* 87, pp. 101-107.
- 85.** Brominated flame retardants in children’s toys: concentration, composition, and children’s exposure and risk assessment. Chen SJ, Ma YJ, Wang J, Chen D, Luo XJ, Mai BX. 2009, *Environ Sci Technol.* 43(11), pp. 4200-4206.
- 86.** Fluorinated Compounds in U.S. Schaidler, LA, Balan, SA and Blum, A. 2017, *Fast Food Packaging Environ Sci Technol Lett.* , pp. 4(3), 105–111.
- 87.** PFAS in paper and board for food contact – Options for risk management of poly- and perfluorinated substances. Trier, X, et al. 2017, *Nordic Council of Ministers. TemaNord*, p. 573.

- 88.** Black plastics: Linear and circular economies, hazardous additives and marine pollution. Turner, Andrew. s.l. : Elsevier, 2018, Environment International.
- 89.** The Statistics Portal. Distribution of fiber consumption worldwide in 2017, by type of fiber*. [Online] <https://www.statista.com/statistics/741296/world-fiber-consumption-distribution-by-fiber-type/>
- 90.** Long-term emissions of hexabromocyclododecane as a chemical of concern in products in China. Li, L, et al. 2016, Environ Int. 91, 291-300.
- 91.** Secretariat of the Stockholm Convention. Draft guidance on preparing inventories of polychlorinated naphthalenes (PCNs). 2017.
- 92.** Draft guidance on preparing inventories of short-chain chlorinated paraffins. 2019.
- 93.** Petersen, K. Short and medium chained chlorinated paraffins in buildings and constructions in the EU. Submission of Netherland to POPRC, 5.01.2015. 2012.
- 94.** ELSA. PCB in der Elbe – Eigenschaften, Vorkommen und Trends sowie Ursachen und Folgen der erhöhten Freisetzung im Jahr 2015. Behörde für Umwelt und Energie Hamburg, Projekt Schadstoffsanierung Elbsedimente. 2016.
- 95.** Painted surfaces—important sources of polychlorinated biphenyls (PCBs) contamination to the urban and marine environment. Jartun, M, et al. 2009, Environ Pollut., pp. 157(1), 295-302.
- 96.** Environmental implications of plastic debris in marinesettings—entanglement ingestion, smothering, hangers-on, hitch-hiking and alien invasions,. Gregory, M.R. . 2009, Philos. Trans. R. Soc. Lond. B: Biol. Sci. 364 2013–2025.
- 97.** Microplastic ingestion in fish larvae in the western English Channel. Steer, M, et al. 2017, Environ. Pollut. 226 , pp. 250–259.
- 98.** Anthropogenic debris in seafood: Plastic debris and fibers from textiles in fish and bivalves sold for human consumption. Rochman, C.M., et al. s.l. : ResearchGate, Sep 2015, Scientific Reports. 5. 10.1038/srep14340. . DOI: 10.1038/srep14340.
- 99.** Marine anthropogenic litter. Bergmann, M, Gutow, L and Klages , M. 2015, Springer, Berlin, pp 57–74.
- 100.** UNEP/MAP. Marine Litter Assessment in the Mediterranean . United Nations Environment Programme / Mediterranean Action Plan (UNEP/MAP). 2015.
- 101.** McKinsey & Company and Ocean Conservancy. Stemming the Tide: Land-based strategies for a plastic-free ocean. 2015.
- 102.** Preliminary draft guidance on preparing inventories of decabromodiphenyl ether. Secretariat of the Stockholm Convention. 2019a. UNEP/POPS/COP.9/INF/18.
- 103.** Preliminary draft guidance on alternatives to short-chain chlorinated paraffins (SCCPs). Secretariat of the Stockholm Convention. 2019b. UNEP/POPS/COP.9/INF/##.
- 104.** Can the Basel and Stockholm Conventions provide a global framework to reduce the impact of marine plastic litter? Raubenheimer, Karen and McIlgon, Alistair. s.l. : ELSEVIER, Marine Policy.
- 105.** Electronic waste – an emerging threat to the environment of urban India. Needhidasan, Santhanam, Samuel, Melvin and Chidambaram, Ramalingam. s.l. : Springer, 2014, J Environ Health Sci Eng. 2014; 12: 36.
- 106.** Greenpeace. Dirty Discount Supermarkets: Dangerous Chemicals in Supermarket Clothing . 2014. https://www.greenpeace.de/sites/www.greenpeace.de/files/publications/factsheet_dangerous_chemicals_in_supermarket_clothing.pdf
- 107.** Endocrine society. Common EDCs and Where They Are Found. Hormone science to health. [Online] <https://www.endocrine.org/topics/edc/what-edcs-are/common-edcs>
- 108.** Parker, Ceri. <https://www.weforum.org/agenda/2018/01/macron-at-davos-i-will-shut-all-coal-fired-power-stations-by-2021/> [Online] 2018.
- 109.** Progress Toward a Circular Economy in China. Mathews, John A. s.l. : Wiley Online Library, March 2011, Journal of Industrial Ecology.
- 110.** Watson, Anna. Companies putting public health at risk by replacing one harmful chemical with similar, potentially toxic, alternatives. Chemtrust. 2018. https://www.chemtrust.org/toxic_soup/#more-4775.
- 111.** McGrath, Meredith. EU approves use of recycled plastics containing DEHP. Reuters. Apr 2016. <https://www.reuters.com/article/us-europe-regulations-plastics-idUSKCN0XI29T>
- 112.** Production, use, and fate of all plastics ever made. Roland Geyer, Jenna R. Jambeck and Kara Lavender Law. Science Advances, 2017: Vol. 3, no. 7, e1700782.
- 113.** Guidance for the inventory, identification and substitution of Hexabromocyclododecane (HBCD), Secretariat of the Stockholm Convention, 2017. UNEP-POPS-NIP-GUID-InventoryAndSubstitution-HBCD-201703.En (1).

114. The complex interaction between marine debris and toxic chemicals in the ocean. Engler, RE. Nov 2012, Environ Sci Technol. 2012 Nov 20;46(22):12302-15. doi: 10.1021/es3027105. Epub 2012 Nov 2.

115. Qualitative Analysis of Additives in Plastic Marine Debris and Its New Products. Manviri Rani, Won Joon Shim, Gi Myung Han, Mi Jang, Najat Ahmed Al-Odaini, Young Kyong Song, Sang Hee Hong. Arch Environ Contam Toxicol DOI 10.1007/s00244-015-0224-x.

116. Migration of Nonylphenol from Plastic Containers to Water and a Milk Surrogate Jorge E. Loyo-Rosales, Georgina C. Rosales-Rivera, Anika M. Lynch, Clifford P. Rice, and Alba Torrents. J. Agric. Food Chem. 2004, 52, 7, 2016–2020 Publication Date: March 11, 2004 <https://doi.org/10.1021/jf0345696>

117. European Parliament targets DEHP plasticizer in recycled PVC. Health & Safety Environment, Health and Safety Issues. Additives for Polymers Volume 2016, Issue 2, February 2016, Page 11.

118. Brominated flame retardants, European Food Safety Authority, 2012.

Anexo: Colaboradores de esta publicación

Coordinación de la preparación del documento: Magali Outters, Team Leader del SCP/RAC y Kimberley De Miguel, experta asociada del SCP/RAC.

Miembros del Grupo temático sobre Basura Marina que contribuyeron al documento: Aunque los miembros del Grupo Temático sobre Basura Marina contribuyeron a la preparación de este documento, ellos (y las organizaciones a las que representan) no necesariamente se identifican con los puntos de vista aquí expresados.

Miembro

Alexandra Caterbow

Anton Purnomo

Arturo Gavilán García

Bjorn Beeler

Carolina Pérez Valverde

Dana Lapešová

Dania Abdul Malak

David Santillo

Denise Delvalle-Borrero

Dolores Romano

Esther Kentin

Francesca Cenni

Gabriela Nair Medina Amarante

Giulia Carlini

Hilda Acosta de Patiño

Imogen P Ingram

Jewel Batchasingh

Joao Sousa

John Roberts

Kei Ohno Woodall

Lady Virginia Traldi Meneses

Lee Bell

Leila Devia

Mariann Lloyd-Smitth

Maurissa Charles

Melissa Wang

Mostafa Hussein Kamel

Olga Speranskaya

Patricia Eisenberg

Pedro Fernández

Rémi Lefèvre

Roland Weber

Sara Brosché

Organización

Health and Environmental Justice Support (HEJSupport)

BCRC & SCRC Indonesia

SCRC-México / National Institute of Ecology and Climate Change, SEMARNAT

International Pollutants Elimination Network (IPEN)

MedCities

BCRC-Slovakia

European Topic Centre at the University of Malaga (ETC-UMA)

Greenpeace Research Laboratories

Technological University of Panama

Ecologistas en Acción

Leiden Advocacy Project on Plastic, Leiden University

Basel Rotterdam & Stockholm Conventions Secretariat

BCCC/SCRC Uruguay

Center for International Environmental Law (CIEL)

BCRC Panama

ISACI (Island Sustainability Alliance CIS Incl)

BCRC Caribbean

IUCN

Wimbledon Chemicals Management, Ltd.

Basel Rotterdam & Stockholm Conventions Secretariat

SCRC-Brazil

International Pollutants Elimination Network (IPEN), Australia

BCRC-Argentina

National Toxics Network, Australia

BCRC-Caribbean

Greenpeace International

BCRC-Egypt

Health and Environmental Justice Support (HEJSupport)

Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI – Plásticos, Argentina)

SCRC-Spain / SCP/RAC

European Chemicals Agency (ECHA)

POPs Environmental Consulting

International Pollutants Elimination Network (IPEN)

Notas

(i) La investigación científica demuestra que de los plásticos ingeridos y bio-acumulados en los organismos, se pueden lixiviar las sustancias químicas añadidas durante el proceso de manufactura de diferentes productos plásticos, como los retardantes de llama, los estabilizadores, el bisfenol A (BPA) y los éteres de difenilo polibromado (PBDE). Existen preocupaciones semejantes con respecto a la ingesta, la absorción química y el lixiviado de micro plásticos.

(ii) UNEP/EA.4/21, Perspectivas de los productos químicos a nivel mundial II: resumen para responsables de políticas, párrafo 20.

(iii) Por ejemplo, en la Unión Europea una sustancia de muy alto nivel de preocupación es un producto químico (o parte de un grupo de productos químicos) que se ha propuesto que se le someta a autorización bajo el Reglamento REACH.

(iv) La extracción de energía de los desechos (WtE) o recuperación de energía a partir de residuos (EfW) es el proceso de generar energía como electricidad y/o calor a partir del tratamiento primario de desechos, o de transformar desechos en una fuente de combustible.

(v) Green Science Policy Institute ha desarrollado un programa de Seis Clasificaciones (<http://www.sixclasses.org/>).

(vi) No se otorgó una exención específica para el reciclado de productos que contengan decaBDE. Sin embargo, es difícil identificar y analizar productos que contengan este retardante de llama, además tampoco queda claro quiénes estarían a cargo de analizar estas sustancias químicas. Como resultado, a pesar de las restricciones pertinentes del Convenio de Estocolmo, todos los PBDEs y las SCCPs originalmente utilizados en los plásticos, aparecen en los productos nuevos hechos de plástico reciclado, incluyendo los juguetes.

(vii) Las sustancias polifluoralquiladas en parte se degradan en PFAS perfluoradas consideradas por SAICM.

(viii) Directiva 94/62/EC del 20 de diciembre de 1994 relativa a los envases y residuos de envases.



<http://www.cprac.org>



<https://www.unenvironment.org/uneppmap/>



<http://www.brsmeas.org>



<https://ipen.org>