

LOS PLÁSTICOS: EL GRAN PROBLEMA AMBIENTAL DE NUESTRA ÉPOCA

Data de aceite: 02/09/2024

Tania Tamara Sánchez Castellanos

Alberto Cedeño Valdiviezo

INTRODUCCIÓN

El cambio climático y los consecuentes desastres naturales

RESUMEN: Con la actual contaminación del planeta, se han venido a poner en evidencia algunos de los materiales y sustancias que causan mayormente esta contaminación. Los plásticos son uno de esos productos que, en los últimos años, han contaminando cada vez más y de manera importante al ambiente, esto debido a la gran dificultad para ser absorbidos por el suelo y a las dificultades para poder ser reutilizados. Nuestra vida está rodeada de plásticos y cada vez dependemos más de los artículos elaborados con este material, lo cual nos dificulta mucho el poder prescindir de ellos. Este trabajo aborda el gran problema que representan en la actualidad los plásticos y, al final del mismo, se presentan algunas propuestas para modificar nuestra manera de vivir, es decir, el intentar vivir sin tantos plásticos.

PALABRAS CLAVE: plásticos, contaminación, calentamiento global, cambio climático, sustitutos de los plásticos.

Con la aceptación mundial del cambio climático que se ha manifestado de manera más clara a partir de la aparición de los desastres naturales ocurridos desde el año 2004, iniciando con el famoso maremoto en el Océano Índico que cobró la vida de más de 200 mil personas, y dañó los medios de subsistencia de alrededor de 1.4 millones de sobrevivientes, al destozar campos, estanques, barcos y lugares de agricultura (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2014), Posteriormente en el 2007, con las inundaciones en Pakistan (Guterres, 2008: 7) y, en México con la inundación del 62% del estado de Tabasco, que ocasionó un 75% de la población damnificada en 679 localidades de 17 municipios del estado, y daños materiales calculados en más de 3 billones de dólares americanos (González Arroyo, 2017: 106). Este hecho logró hacer entender a las autoridades mexicanas

(y desde luego corroboró a nivel mundial lo que ya muchos especialistas habían estado vaticinado), las implicaciones que este cambio climático representa para las poblaciones más desprotegidas y vulnerables, además, entraron en la agenda política las medidas y acciones que deberían adoptarse para abordar efectivamente el problema. Como ejemplo de estas acciones, en el 2007 el gobierno federal mexicano desarrolló el *Plan Hídrico Integral de Tabasco* (PHIT), con el propósito de disminuir al máximo las condiciones de riesgo ante la continua ocurrencia de eventos hidrometeorológicos extremos y posibles efectos del cambio climático (Ramos Reyes y Palomeque de la Cruz, 2019: 404). Ese mismo año en Asia, se desarrolló una *Estrategia Nacional para la Prevención, Respuesta y Mitigación de Desastres Naturales*, así como la *Ley de Prevención y Control de Desastres Naturales* en Viet Nam. Posteriormente, en el 2010, el Primer Ministro de la República Democrática Popular Lao emitió un Decreto sobre la *Estrategia Nacional de Cambio Climático* (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2014).

Figura 1

La inundación de Tabasco en el 2007



Nota: Aproximadamente 80 % de la ciudad de Villahermosa, Tabasco, quedó inundada. (Centro Nacional de Prevención de Desastres, 27 de octubre de 2017) (Tabascohoy.com)

Toda esta situación pudo haberse detenido en los años 2020 y 2021, ya que con la pandemia del COVID-19, se tuvieron que desarrollar nuevas y mejores tecnologías para permitir que las personas pudieran cumplir con sus obligaciones laborales y escolares sin salir de casa, lo que supuso una reducción en el uso del transporte y en otros tipos de consumos que la vida sin pandemia supone (a lo cuál habría que agregar una baja en el consumo en general debido a la pérdida de empleos y una disminución del poder adquisitivo de la gente), sin embargo, se trata de un tema aún reciente y con información contradictoria, como el artículo publicado por la revista *Ciencia* de la UNAM escrito por

Guerero Mothelet en junio de 2020¹, mediante el cual se nos informaba: “Aumento récord de CO₂ en mayo pese a coronavirus”, o lo reportado por la ONU en noviembre de 2020 bajo el titular: “Ni el confinamiento por COVID-19 da tregua al cambio climático: los gases que calientan la Tierra llegan a niveles récord²”. En contraposición lo reportado por la ONU México en diciembre de 2020, “La recuperación sostenible de la pandemia es esencial para cerrar la brecha de emisiones: informe de la ONU³”, o el artículo realizado por Mariana Perales por parte del Tecnológico de Monterrey “El coronavirus llegó y afectó... pero el planeta respiró⁴”, donde esta experta en el tema explica como el COVID-19 redujo las emisiones de gases, y ayudó a la creación de un aire más limpio.

Antes de los esfuerzos concertados para reducir el impacto de la contaminación en la década de los 80, el control ambiental apenas existía y se orientaba principalmente a tratamientos de residuos para evitar daños locales, con una perspectiva a muy corto plazo. A medida que se ha intensificado el ritmo de la actividad industrial, y que se fueron caracterizando los efectos del cambio climático, se impulsó el control de la contaminación como estrategia para proteger al ambiente. Para ello, se utilizaron dos conceptos base: 1) la *capacidad de asimilación*, y que se refiere al reconocimiento de un cierto nivel de emisiones contaminantes al entorno sin efectos apreciables en la salud ambiental y humana, al que llamamos *resiliencia* y, 2) el *principio de control*, que supone que el daño ambiental puede evitarse controlando la forma, la duración y la velocidad de la emisión de contaminantes al ambiente (Spiegel y Maystre, 1998: 55.2). Este segundo concepto es el que nos ocupa.

El problema con los plásticos

Se estima que 8,300 millones de toneladas métricas de plásticos se fabricaron desde la producción industrial inicial de este material hasta el año 2017, de las cuales aproximadamente 6,300 millones de toneladas se han convertido en residuos. De estos, se calcula que únicamente el 9% se ha reciclado, el 12% se han incinerado y, el resto, es decir el 79%, se acumula en vertederos o invade entornos naturales (Parker, 2017). Uno de los ejemplos más visibles de la contaminación por plásticos es la de los océanos. Se calcula que en promedio se arrojan más de 200 kilos de plástico por segundo a los mares y océanos, el 70% de los cuales se va al fondo marino y el 15% se queda flotando. Por ello, al menos 100 mil animales marinos mueren al año por causas asociadas a este tipo de contaminación, con lo que 700 especies marinas son amenazadas. Sin embargo, a pesar de la gravedad, este no es el único problema de la contaminación por plásticos (Fundación Aquae, s/f), como ejemplo, tenemos la migración de tóxicos por lixiviados, la emisión de CO₂ y otros gases en las etapas de producción, conformación y degradación del plástico, o la ingesta de microplásticos por parte de seres humanos y animales, entre otros.

1 <http://ciencia.unam.mx/leer/1012/aumento-record-de-co2-en-mayo-pese-a-coronavirus>

2 <https://news.un.org/es/story/2020/11/1484462>

3 <https://www.onu.org.mx/la-recuperacion-sostenible-de-la-pandemia-es-esencial-para-cerrar-la-brecha-de-emisiones-informe-de-la-onu/>

4 <https://tec.mx/es/noticias/estado-de-mexico/educacion/el-coronavirus-llego-y-afecto-pero-el-planeta-respiro>

Según datos de la asociación *PlasticsEurope* (2021: 16-17), tan solo en 2019 la producción de plásticos en el mundo alcanzó los 368 millones de toneladas, nueve toneladas más que en el año anterior. En Asia se produjeron algo más de la mitad de los plásticos del mundo (51%). No es de extrañar que ese año, China fuese el país que generó más residuos plásticos de un solo uso, además, fue responsable del 31% de la producción mundial de plásticos fabricando 82 kg per cápita, mientras que Japón con solo el 3% de la producción mundial, logró producir 88 kg per cápita. En los países del TLCAN (actual T-MEC que incluye a Canadá, Estados Unidos y México), se produjo el 19% del plástico mundial en total, lo que equivale a 141 kg per cápita, la cifra más alta por persona (Statista, 2021).

La respuesta de los gobiernos en distintas partes del mundo, sobre todo por la presión que han ejercido distintos organismos como Greenpeace y ONU Medioambiente, ha sido implementar medidas de corte político y acuerdos a niveles internacional, nacional y subnacionales, todas estas medidas bajo el argumento que son “para regular el uso de plásticos”. Sin embargo, la mayoría de ellas se refieren a la prohibición de bolsas plásticas y plásticos desechables (llamados de un solo uso) (ONU Medio Ambiente, 2018:6).

En el mejor escenario, si se pudiera pensar que la prohibición de bolsas de plástico se implementara de manera correcta bajo una planificación bien pensada y estructurada (que pudiese contrarrestar y mitigar las consecuencias del uso de plástico), esta medida no resultaría suficiente. Los gobiernos deben promulgar políticas que impulsen modelos de diseño enfocados a la circularidad del material en los cuales los desechos plásticos se vean como recursos, al tiempo que se trabaja a favor de la restauración de los sistemas naturales. Además se deben mejorar los sistemas de gestión de residuos, e introducir incentivos financieros y fiscales para cambiar los hábitos de los consumidores (minoristas y fabricantes), de igual manera, se deben destinar más recursos a la investigación y al desarrollo de materiales alternativos, sensibilizar a los consumidores y financiar la innovación (ONU Medio Ambiente, 2018: 6).

Así, este trabajo de investigación tiene como objetivo principal exponer la situación actual de los plásticos en México, en el mundo, y proponer algunas medidas que a nivel doméstico, ayuden a la posible reducción de su uso, buscando modificar las costumbre de los usuarios .

Vale la pena preguntarse ¿cómo tendría que ser un modo de producción que tuviera como uno de sus objetivos principales controlar realmente la producción de plásticos?, y si ¿estamos preparados los humanos para asumir esta nueva forma de vida?

METODOLOGÍA

El trabajo de investigación que respalda este artículo se basa en la tesis doctoral de la Mtra. Tania Sánchez, la cual ha retomado teóricamente ideas y conceptos propuestos por la permacultura y la ecología social. Así, la permacultura se presenta como una filosofía que busca trabajar de manera grupal con la naturaleza como una forma de vida, con lo que se obliga a un cambio en la visión del humano sobre el ambiente y la visión de las relaciones entre seres humanos. “Es dejar de lado la idea preconcebida de superioridad de lo antropogénico con respecto a otras formas de vida”. La permacultura es una praxis con episteme (García Estrada y Col, 2017: 2175).

Por su parte, la ecología social propuesta por Murray Bookchin plantea que las crisis ecológicas y sociales se entrelazan de manera tal, que la dominación de la naturaleza es una proyección del dominio humano en la sociedad. La crisis ecológica no es el resultado de las elecciones individuales, la tecnología o el crecimiento demográfico, sino que, la causa principal es el irracional sistema social existente (Bookchin, 2015:26). El primordial objetivo de la ecología social (en la medida en que se conserve su poder de crítica radical), es armonizar la relación de la humanidad con la naturaleza, y ésto solo se logrará si se armoniza al mismo tiempo la relación del ser humano con el mismo ser humano, es decir, si se apunta a una sociedad ecológica. (Bookchin, 1977: 13).

Así, con base en diversos autores, se expone la situación actual del planeta por el cambio climático, el problema que representan los plásticos en este deterioro ambiental a nivel mundial y, de manera particular, el caso específico de México, para finalmente, ofrecer una serie de propuestas que pensamos pueden ayudar a las personas a cambiar su actitud y sus hábitos hacia los plásticos.

ORIGEN Y DESARROLLO DE LOS PLÁSTICO

El auge del plástico fue posible gracias al auge de la industria petroquímica en las décadas de 1920 y 1930, cuando las empresas químicas empezaron a identificarse y trabajar con las empresas petrolíferas. Las refinerías de petróleo funcionan las 24 horas y generan continuamente productos derivados de los que es necesario deshacerse, como *el etileno*. Este subproducto encontró su utilidad en la industria del plástico⁵, con ello el flujo continuo de petróleo no sólo proporcionó combustible para los automóviles, sino que alentó toda una cultura basada en el consumo de nuevos productos hechos de plástico.

¿Cuándo exactamente entramos en la era de los plásticos? El inicio de esta se podría establecer en función de diversas efemérides relacionadas con la ciencia, la industria o la tecnología de los polímeros, o una mezcla de todas ellas (García J. M., 2014: 18), para

⁵ En la actualidad, aproximadamente el 78% de la producción de etileno se utiliza para la fabricación de plásticos, ya sea de manera directa como en el caso de los polietilenos (PE) o como materia prima para monómeros del poliacetato de vinilo (PAV), policloruro de vinilo (PVC) o de los poliestirenos (PS), además de utilizarse como copolímero para cauchos (Sanz Tejedor, 2017).

Susan Frenkel (2012) “hay quien afirma que comenzó hacia la mitad del siglo XIX, cuando algunos inventores empezaron a desarrollar nuevos compuestos semi-sintéticos maleables a base de plantas, para sustituir materiales naturales escasos como el marfil. Otros sitúan la fecha en 1907, cuando Leo Baekeland inventó la baquelita, el primer polímero totalmente sintético... [Con ello], “los humanos trascendieron las taxonomías clásicas del mundo natural: los reinos animal, mineral y vegetal, ahora se tiene el reino de los plásticos y es ilimitado” (Frenkel, 2012: 22).

Desde el punto de vista científico se podría considerar que fue en 1922, cuando el científico Staudinger propone una estructura básica de las macromoléculas (García J. M., 2014: 18). O también se podría situar el inicio de la era del plástico en 1934, poco después del bombardeo de Pearl Harbor, cuando el director del organismo responsable de abastecer el ejército estadounidense defendió la posible sustitución del aluminio, del latón y otros metales estratégicos por plásticos. La Segunda Guerra Mundial sacó a los polímeros del laboratorio y los introdujo en la vida real, muchos de los principales tipos de plástico que conocemos en la actualidad (polietileno, nylon, acrílico, espuma de poliestireno...) iniciaron su producción durante esa contienda. La cual aumentó para satisfacer las necesidades de la guerra y, cuando esta acaba, la industria inevitablemente tuvo que buscar mercado para tal producción. Así como recordó un ejecutivo de los primeros años del plástico, al final de la guerra resultaba evidente que <<casi nada estaba hecho de plástico, y se podía hacer cualquier cosa [con ese material]. Fue entonces cuando los plásticos realmente empezaron a infiltrarse en todos los resquicios de la vida cotidiana y se introdujeron sin hacer ruido a los hogares>> (Frenkel, 2012: 22). Otro momento que se puede considerar el inicio de la era de los plásticos, fue en 1950 cuando se sobrepasó la producción mundial de un millón de toneladas, o en 1976 fecha en la cual los plásticos eran ya los materiales más empleados (García J. M., 2014: 18). En la Figura 2 se puede apreciar uno de los efectos más controversiales de la producción de los plásticos.



Nota: Ropas, plásticos, animales muertos y hasta cuerpos humanos inundan este mar entre Honduras y Guatemala Foto (Carolin Power).

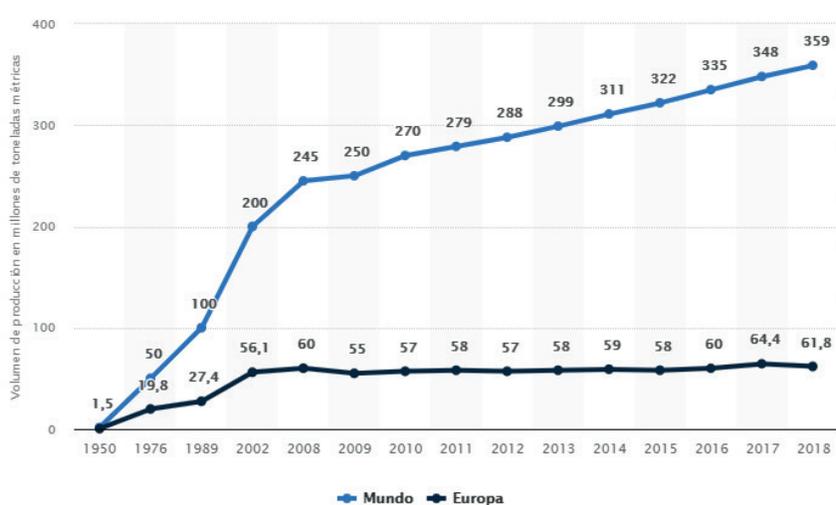
Figura 2 - El mar de basura

Durante la Segunda Guerra Mundial, las tropas japonesas invadieron los territorios de las Indias Orientales, lo que dejó a Estados Unidos sin el abastecimiento de caucho natural. Para suplir este y otros materiales se desarrollaron diversas investigaciones, con lo que nace el neopreno para fabricar neumáticos de aviones y vehículos militares. El uso de los plásticos reforzados formados por poliésteres insaturados, fibra de vidrio y los hilos de Nylon, se disparan gracias a las aplicaciones militares, además de otros polímeros como el polipropileno, poliuretano, siliconas y resinas epóxicas (García S., 2009: 76-77).

Es por ello que desde la posguerra y, a partir de 1950, la producción de plástico ha mantenido un crecimiento constante. En 1950 se registró una producción mundial de 1.7 millones de toneladas (Góngora Pérez, 2014: 7), a pesar de que para finales de la década de 1960 disminuyó un poco su consumo debido a una avalancha de productos de imitación barata y de mala calidad (Frenkel, 2012: 25). Posteriormente, mantuvo un crecimiento promedio anual de 13.6% durante 26 años. A partir de la década de 1970, se dan una multitud de descubrimientos científicos y tecnológicos debidos a las avanzadas herramientas con las que ya se contaba, y a un mayor número de científicos que operan en este ámbito. Empresas productoras de polímeros como la Down Chemical, Hitachi, Du Pont, Unión Carbide New Kadel, Allied Corp, Allied Chemical, Mitsubishi Chemical, NASA, y los laboratorios de las fuerzas aéreas, apoyadas por los adelantos científicos, dieron como resultado el desarrollo de nuevos polímeros para mezclar o alear, aunque de principio algunos fueran inmiscibles entre sí, con lo que se perfeccionan las máquinas y los medios productivos utilizados en los plásticos, plásticos reforzados y materiales reforzados con plástico, así como nuevos aditivos para polímeros con aplicaciones y características potenciadas, como la resistencia a temperaturas más elevadas, resistencia al dañado por el uso, mayores resistencias mecánicas, módulos elásticos, resistencia a los agentes químicos

y a la corrosión, además de polímeros específicos para aplicaciones aeroespaciales (como las resinas de poliamida denominadas AV AMID-K y AV AMID-N, las cuales son matrices termoplásticas con propiedades aptas en campos aeroespaciales y militares) (García S., 2009: 17-18).

Desde 1976, el crecimiento en la producción continúa, pero de forma más moderada. Para el 2012, la producción alcanzó los 288 millones de toneladas, lo que resultó en un máximo histórico, aunque representó una de las tasas de crecimiento histórico más bajas: sólo el 2.86% (Figura 3) (Góngora Pérez, 2014: 7).



Nota: Incluye termoplásticos, poliuretanos, otros plásticos termoendurecibles, adhesivos, revestimientos y sellantes. No se incluye las fibras siguientes: tereftalato de polietileno (PET), poliamidas (PA), polipropileno (PP) y fibras poliacrílicas (Statista, 2019).

Figura 3 - Producción de plásticos a nivel mundial de 1950 al año 2018.

Para 2019, la producción de plásticos en el mundo aumentó a 368 millones de toneladas, 9 millones de toneladas más que en 2018. China alcanzó el 31% de la producción mundial (con lo que el bloque de países asiáticos alcanzó el 51%). Europa redujo su producción en comparación a 2017, quedando en el 16%, los países de Norteamérica aumentaron su producción a 19 %, y América Latina y la Comunidad de Estados Independientes formados por la Exrepública Soviética y Oriente Medio y África mantuvieron su producción (PlasticsEurope, 2021: 16-17).

Las mismas cualidades que convierten a muchos materiales plásticos en materiales fantásticos para el mundo humano (ligereza, resistencia y durabilidad), los convierten también en un desastre ambiental cuando se esparcen por el mundo natural. El aire, la tierra y el mar soportan las huellas de nuestra dependencia con este material tan duradero. Se puede establecer una relación directa entre la creciente producción de plásticos, la

dependencia cada vez mayor por parte de los humanos a productos desechables (como son los encendedores) y, con esto, un aumento constante en la contaminación plástica del medio ambiente. Tal y como escribió el biólogo británico David Barnes (en Frenkel, 2012: 150): “uno de los cambios recientes más omnipresente y duraderos en la superficie de nuestro planeta es la acumulación y fragmentación de los plásticos”, y esto ha sucedido en el transcurso de una sola generación o, para ser exactos, desde la década de 1960, cuando comenzó a extenderse la era de la desechabilidad.

En general, las aplicaciones de este material envuelven todos los ámbitos del desarrollo de la vida humana, desde la salud, la higiene, la alimentación, el transporte, vestido y vivienda. Algunos ejemplos que se pueden citar en relación con los ámbitos donde se utilizan los polímeros de uso común son: a) construcción y obra pública con tuberías, pinturas, impermeabilizantes, revestimientos para suelo y espumas aislantes, etc.; b) sector industrial con todo tipo de piezas para bienes de consumo, carcasas, engranajes, correas, carrocerías, aislantes eléctricos y térmicos, componentes eléctricos y electrónicos, etc.; c) industrias de consumo con envoltorios, juguetes, maletas, artículos deportivos, fibras para telas y todo tipo de artículos textiles, muebles, bolsas, entre otros; d) industria agroalimentaria principalmente con envases y embalajes, tanto en tratamientos industriales intermedios como en los productos que adquiere el usuario final; e) agricultura, especialmente en cultivos intensivos, tuberías para transporte de agua, riego y drenaje, acolchado de suelos, invernaderos, películas y láminas para ensilaje o en la construcción de embalses, etc.; y, f) aplicaciones en el ámbito de la higiene y la salud con la producción de lentillas, lentes y monturas para gafas, todo tipo de bolsas especializadas, catéteres, jeringuillas, sistemas adsorbentes, geles y champús, así como últimamente, maquillaje y pastas dentífricas, entre muchos otros productos (García, J. M., 2014: 33-34).

LOS PLÁSTICOS EN LA ACTUALIDAD

Los plásticos son de suma importancia para la sociedad actual y son innegables los beneficios que le aportan a esta. Existe un aumento en el consumo del plástico, ya que este material brinda la posibilidad de minimizar el esfuerzo humano y, ha hecho posible, el desarrollo de la tecnología y de la ciencia en los distintos ámbitos de acción humana, además que ha tenido un papel primordial en la prevención de transmisión de enfermedades y en la obtención de una mejor higiene, como lo fue en el caso en la pandemia de COVID 19. Sin embargo, contaminan en cada etapa de su ciclo vital y, debido a que bajo el esquema y modelo de vida actual, es difícil imaginar una vida que prescindiera de este material, su uso lejos de disminuir sigue en aumento, ya que no existe hasta ahora ningún otro material (o conjunto de) capaz de reemplazarlo, sin que cause más problemas ambientales y sociales.

Los plásticos son materiales poliméricos. Los polímeros son macromoléculas compuestas de cadenas largas de monómeros -pequeñas moléculas o partículas- que

se unen mediante una reacción de polimerización. Estas uniones pueden ser de manera lineal, con ramificaciones o, como si fueran estructuras muy complejas parecidas a un plato de espagueti (Morales Méndez, 2010:15). Los polímeros pueden ser *naturales* como el almidón, la celulosa, el caucho, el colágeno o la seda (Reina Toresano y Gómez Soria, 2019: 17); *sintéticos* cuando se producen por reacciones químicas de polimerización de monómeros como el tereftalato de polietileno o el PVC; y *modificados* cuando provienen de la modificación química de polímeros naturales como el caucho vulcanizado, el poli acetato de celulosa, el celofán o el rayón (García, J. M., 2014: 9, 22).

Se puede decir entonces que, en el contexto actual, un plástico es un polímero orgánico al que se le añaden otros componentes de baja masa molecular como cargas, refuerzos, pigmentos, colorantes, estabilizantes, antioxidantes, retardantes, plastificantes, lubricantes compatibilizantes o nucleantes, entre otros (García, J. M., 2014: 9-10).

Existen en la actualidad más de 300 tipos de plástico, que en general, envuelven todos los ámbitos del desarrollo de la vida humana, desde la salud e higiene, alimentación, transporte, vestido, vivienda hasta cualquier otra actividad antropogénica, por sencilla que sea. Entre los más utilizados se encuentran: el cloruro de polivinilo (PVC), el poliestireno (PS), los polietilenos (PE), el polimetacrilato de metilo o acrílico (PMMA), los fenoplásticos, el policarbonato, el poliuretano (PU), las poliamidas, el tereftalato de polietileno (PET), el acrilonitrilo butadieno estireno o ABS, el polipropileno (PP) (Frenkel, 2012: 290).

Los plásticos son materiales muy nobles debido a su durabilidad y las posibilidades que ofrecen, lo que ha permitido grandes avances tecnológicos y científicos, con muchos beneficios para la humanidad. Sin embargo, estas mismas características los han convertido en un problema ambiental y social. Además, se han desarrollado bajo un modelo de producción basado en el consumismo (en especial bajo la lógica de usar y tirar), lo cual es premisa del modo de producción capitalista, con lo que ni empresas, ni consumidores, ni gobiernos asumen su responsabilidad por el deterioro ambiental que han causado. Es aquí donde la permacultura puede tener un gran impacto, cambiando las formas de relación entre los grupos humanos y, consecuentemente, cambiando las formas de producción actuales, buscando siempre introducir sistemas integrales que no solo permitan reutilizar los plásticos desechados, sino que logren que el mismo sistema productivo trabaje con la naturaleza a favor de la restauración de la misma.

LOS PLÁSTICOS EN MÉXICO

La industria del plástico representa un 0.4% del PIB en el país y un 2.6% del PIB Manufacturero⁶. México es el undécimo productor de plásticos y el duodécimo país consumidor de este material en el mundo. Además, se considera que es líder en el reciclaje en América Latina, ya que se estima recupera el 50% del PET que se utiliza. El sector tiene un impacto económico en la fabricación de un sinnúmero de productos manufacturados. Esta industria genera 260,000 empleos directos y 500,000 empleos indirectos, en al menos 4,580 empresas, con una producción anual estimada de 7,000,000 de toneladas de plásticos, con una tasa de crecimiento sostenido desde el 2009 del 4.8% (Aguirrezabal Unamunzaga, 2019: 1).

De las unidades económicas que componen la industria del plástico y la producción de resinas en el país, 60% son microempresas (menos de 20 empleados), 24% son pequeñas empresas (hasta 30 empleados), el 12% son medianas empresas (de 31 a 100 trabajadores) y, el resto, es decir el 4%, son grandes empresas (más de 100 empleados). La fabricación de productos de plástico según la clasificación del Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SCIAN), se identifica como la rama 326, y conjunta 12 actividades, entre las que se destacan la fabricación de bolsas y películas de plástico flexible, la fabricación de autopartes de plástico y, la fabricación de botellas por tener mayor valor económico y de producción (INEGI, 2017: VII). Se distingue por ser una de las cinco industrias con bajo índice de concentración, aunque las ocho mayores empresas representan alrededor de la quinta parte del valor de producción bruta (Aguirrezabal Unamunzaga, 2019: 6).

En lo que se refiere a los procesos, el 48% de la industria del plástico está orientada a envases y embalaje, 24% al consumo general, 12% a la construcción, 6% al sector electrónico, 2% al agrícola, 1% al sector médico y el 3% a otros usos (Aguirrezabal Unamunzaga, 2019: 6). En cuanto a la distribución de las empresas dedicadas a la fabricación de plásticos, la mayoría se encuentran en el centro del país (53%), 24% en Jalisco y el Bajío, 16% en el Norte de México, 5% en el sur y, solo un 2% en el Golfo, como se puede ver en la figura 4 (Chávez, 2020).

⁶ Indicador económico que mide la contribución del sector manufacturero – es el que comprende las unidades económicas dedicadas a la transformación mecánica, física o química de materiales o sustancias con el fin de obtener productos nuevos (INEGI, 2023)-, en la producción total. Se obtiene mediante la elaboración del valor agregado en la manufactura por el total bruto de valor agregado y el Producto Interno Bruto (SIGFRE-DRS, 2023).



Nota: Empresas de fabricación de plásticos en México (Ambiente Plástico en Chávez, 2020)

Figura 4

En cuanto a su reciclado, se considera que el país es pionero en Latinoamérica. Según datos de Asociación Nacional del Plástico (ANIPAC), solo en el 2021 se reciclaron 1,913,000 toneladas de residuos plásticos. En el *Primer Estudio Cuantitativo de la Industria del Reciclaje de Plásticos* realizado en el 2021 por esta institución, existen 363 empresas que se dedican a uno o más procesos de reciclaje de plásticos en la República Mexicana, de las cuales el 16% son consideradas como grandes, el 16% medianas, el 23% pequeñas y, el 41% microempresas y, del 4% restante, no se tiene información al respecto. El 73% hacen labores de acopio, 11% de lavado, el 34% de molienda, el 21% de pelletizado y el 11% de densificado. Como se puede ver, algunas empresas realizan más de un proceso (ANIPAC, 2021).

El polietileno es el plástico que más se recicla con un porcentaje del 51.2%, seguido por el PET con un 22.1%, 18.2% del polipropileno, 1.8% del poliestireno, 2.1% del PVC y 4.6% de otros plásticos. El 38% de este material viene de empresas, el 27% se consigue en centros de acopio, el 26% se recupera por medio de la pepena, el 11% se rescata de tiraderos, 10% por centros de transferencia, 7% de maquiladoras, 6% proviene de particulares, 4% del sector automotriz y 4% de otros lugares (Alegria, 2022 y ANIPAC, 2021).

Es difícil imaginar una actividad humana que de alguna forma no se relacione con algún objeto o tipo de plástico. Estos materiales además de permitir grandes avances científicos y tecnológicos, nos brindan muchas comodidades que serían difíciles de conseguir con otro tipo de materiales y, que de ser sustituidos con algún otro material

bajo el esquema actual de producción (extracción de recursos- producción y consumo-desecho), causarían peores problemas ambientales, como ejemplo la erosión del suelo por la tala de los árboles al emplear la madera, o la extracción de metales, o la cantidad superior de desechos sólidos y gases de efecto invernadero que se desprenden de la producción de vidrio, por mencionar algunos (Franklin Associates, 2009: ES-12).

Sin duda, el cambio a economías circulares, es decir, aquellas que recuperan materiales y los introducen en nuevas cadenas productivas es muy beneficioso para mitigar los efectos de la contaminación, sobre todo en el caso de los plásticos que, pese a ser un material muy resistente, un gran número de aplicaciones son pensadas para pequeños periodos de vida útil. Sin embargo, apostar sólo por el reciclaje no parece suficiente, es necesario un cambio radical de valores en todo el sistema de producción y consumo.

LOS EFECTOS NOCIVOS DE LOS PLÁSTICOS

Apenas se comienza a entender los efectos de la producción plástica en el planeta. En especial bajo el sistema de producción lineal que hasta ahora se está utilizando, es decir, extraer recursos, producir, usar y tirar. Aunado a ello, lo que hace particularmente útil al plástico, es justamente lo que lo hace más perjudicial, es decir, persiste en el tiempo. En otras palabras, los sistemas naturales no tienen la capacidad de absorber de manera segura sus componentes y con la cantidad de productos plásticos que se desechan y terminan en el ambiente, es lógico que estemos cambiando la biosfera por montañas de basura plástica.

Hasta los seres humanos estamos contaminados con plástico, no solo indirectamente por los peces que nos sirven de alimento, y que previamente se alimentaron de microplásticos en el océano, sino que además, el plástico contamina en cada etapa de su ciclo vital desde que se extrae petróleo y se usa el gas natural para producirlo, en todo el trayecto de producción y conformación de los productos, y al terminar su vida útil cuando los residuos son arrojados, enterrados, reutilizados, reciclados o quemados (Fundación Heinrich Böll y Fundación Break Free From Plastic, 2019: 8).

La etapa inicial de la producción implica dos procesos: a) la destilación y b) polimerización y policondensación. En la industria petrolera la destilación es el proceso común para separar los derivados del petróleo, consiste en someterlo a altas temperaturas de manera gradual para separar sus compuestos de manera fraccionada dependiendo de la cantidad de átomos de carbono que contengan. Dicho proceso tiene como consecuencia la emisión de gases como son el óxido de azufre (SO_x) y el nitrógeno (NO_x), como subproductos contaminantes (INECC/SEMARNAT, 2020: 17).

En cuanto a la contaminación por la polimerización y policondensación en la fabricación de los plásticos, esta tiene diversas fuentes y depende del tipo de plástico a fabricar, principalmente se encuentran los monómeros, solventes u otros líquidos volátiles emitidos durante la reacción, sólidos sublimados como el anhídrido ftálico, monóxido de

carbono (CO), óxidos de azufre (SO_x) y nitrógeno (NO_x), entre otros (Gale Zabaleta y Paredes Morelos, 2014: 22).

Están documentadas muchas evidencias empíricas y científicas que existen respecto a los problemas ambientales que producen los residuos plásticos, por citar algunos ejemplos, en marzo de 2019 en la ciudad de Davao, Filipinas, se encontró una ballena con 40 kg de bolsas plásticas en el estómago (BBC News, 2019); en los océanos se han localizado cinco enormes islas o parches de plástico flotante⁷ (INECC/SEMARNAT, 2020: 3); en 2006, el estudio "*Plastic string as the cause of leg bone degeneration in the White Stork (Ciconia ciconia)*", es decir, *Cuerda de plástico como causa de la degeneración ósea de la pierna en la cigüeña blanca (Ciconia ciconia)* (Kwiecinski, y Col., 2006: 1-6), estudio realizado en Polonia que se encontró que más del 21% de los polluelos de las aves analizadas habían enredado sus patas en los hilos plásticos utilizados por las cigüeñas para mejorar la estructura del nido, lo que ocasionó la destrucción parcial de las patas en algunos casos, llegando incluso a la auto imputación (SEOBirdLife y Ecoembes, 2019: 12).



Nota: Imagen de la cantidad de desechos (entre ellos la mayoría son plásticos), que se concentran a lo largo del río Lerma y que, posteriormente, terminarán en el lago de Chapala (Cedeño, 2019).

Figura 5 - Los plásticos en los ríos

En el 2015 el estudio *Plastic waste inputs from land into the ocean* (Entradas de desechos plásticos de la tierra al océano) (Jambeck y Col., 2015: 768), publicado por la revista *Science*, reveló que en el 2010 acabaron en el océano entre 4.8 y 12.7 millones de toneladas de plástico. La media (8 millones de toneladas), equivaldría a verter un camión de basura lleno de plástico cada minuto por un año. Hay que aclarar, que el estudio solo tomó en cuenta el plástico que provenía de las costas, a lo que habría que sumar las

⁷ Actualmente existen cinco Islas de Basura documentadas, aunque existen otras en formación. La más grande es la del Océano Pacífico Norte, localizada entre California y Hawái, se estima que mide unos 700 mil km² y contiene alrededor de 100 millones de toneladas de basura distribuida entre la superficie y el fondo (Anêl-lides, 2020).

toneladas que se tiran o caen desde embarcaciones. Se estima que de seguir así, en el 2030 la cantidad se duplicará (dos camiones por minuto) y, en el año 2050 se cuadruplicará (cuatro camiones por minuto) (Reina Toresano y Gómez Soria, 2019: 24).

Otra de las consecuencias de la producción de plásticos son los microplásticos⁸, los cuales pueden ser primarios, es decir, fabricados intencionalmente como partículas de tamaño pequeño para fines industriales (preproducción, pellets de resina, microperlas para abrasivos en cosmética, pasta de dientes, polos para recubrimientos textiles, entre otros), o secundarios, que es el resultado de la fragmentación de cualquier producto plástico en uso, y presentes en el ambiente, como residuos en los que se incluyen fragmentos de plástico sólido, microfibras de tela o cuerda, revestimientos que se han desprendido o restos del desgaste de uso. Estos microplásticos se han convertido en un tema de alta relevancia debido al riesgo que suponen para las diferentes especies animales, incluidos los seres humanos (INECC/SEMARNAT, 2020: 9-10).

Se ha encontrado presencia de microplásticos en estómagos de animales diversos, la mayoría de estudios sobre el tema se enfocan en monitoreo del agua, en especial aguas de mar superficiales. Los peces pueden ingerirlos por varias razones, entre ellas confundirlos con alimento o, en el caso de las especies filtradoras, succionarlos del agua. Los efectos fisiológicos de dicha exposición, incluyen alteraciones del tracto intestinal, letargo, comportamiento anormal de nado e, incluso, la muerte. Por otra parte, los organismos depredadores (como somos los humanos), pueden acumular microplásticos durante la ingesta de presas contaminadas con dichos residuos (INECC/SEMARNAT, 2020: 11-12). Uno de los organismos más utilizados en estudios de exposición a microplásticos son los bivalvos, en ellos los efectos celulares asociados con la ingesta incluyen alteraciones inmunológicas, efectos neurotóxicos e indicios de genotoxicidad (Avio, 2015 en INECC/SEMARNAT, 2020: 11).

Los microplásticos entran al ambiente marino por diversas vías, como son las aguas residuales que se descargan a los ríos y lagos, y que posteriormente llegan al océano. También por escorrentías terrestres, o la degradación de macroplásticos que son transportados al mar, desde puntos de disposición de residuos en rellenos sanitarios, y tiraderos a cielo abierto clandestinos. Las fuentes de la presencia de microplásticos en tierra están relacionadas con muchas actividades, entre ellas el transporte terrestre (como ejemplo los generados por el desgaste de los neumáticos), actividades agrícolas, plantas de aguas residuales o la degradación de los residuos plásticos (INECC/SEMARNAT, 2020: 10).

En 2018 Greenpeace elaboró una auditoría de marca para determinar el impacto de la contaminación por plásticos en 42 sitios de playas mexicanas. La basura plástica estaba

⁸ Por su tamaño, la definición aceptada científicamente de un microplástico es aquel que tiene una dimensión de partícula en un rango de 0.001-5 mm, mientras que las partículas menores a 0.001 mm se clasifican como nanoplásticos, las mayores a 5 mm (hasta 25mm) son mesoplásticos y, aquellas mayores a 25 mm son macroplásticos (Lee, 2013 en INECC/SEMARNAT, 2020: 9)

presente en todos los lugares muestreados al azar. El 41.5% pertenecía a las marcas Coca-Cola, PepsiCo, Nestlé y Bimbo. Otro de los hallazgos de dicho estudio, fue la comparación entre los resultados obtenidos en la superficie de los mares, y los hallados en el fondo junto a los arrecifes, sobre el número de piezas plásticas por kilómetro cuadrado. Mientras que el número de plásticos flotando en la superficie fue de solo 2 piezas/km², en el fondo de los sitios visitados alcanzó un total estimado de 3500 piezas/km². Debido a que se encontró más basura plástica en el fondo del mar que flotando en la superficie (esto debido a que los desechos que llegan a la playa eventualmente se hunden), resulta desalentador observar la basura plástica en el mar, pero es de suponer que es solamente la punta del iceberg, dado que la mayor parte de los residuos está en el fondo y es imposible cuantificarla y, menos aún recuperarla (Rivera-Garibay y Col., 2020: 8-13).

Al igual que cambiaron la textura esencial de la vida moderna, los plásticos también están alterando la química básica de nuestros cuerpos, traicionando así la confianza que habíamos depositado en ellos. Todos nosotros, incluso los recién nacidos, llevamos ahora en el cuerpo restos de ftalatos, y de otras sustancias sintéticas, como productos ignífugos, repelentes de manchas, disolventes, metales y agentes impermeabilizantes o bactericidas. Las amenazas reales para la salud humana continúan siendo inciertas (Frenkel, 2012:111).

Como ejemplo, el caso del PVC, que parecía cumplir los requisitos necesarios para el uso médico por su supuesta estabilidad química, como lo señala Frenkel (2012: 114) en 1951 la revista *Modern Plastics* publica el artículo “Por qué los médicos están usando más plásticos”, en el cual detalla que “<<cualquier sustancia que entre en contacto con los tejidos humanos [...] debe ser químicamente inerte y no tóxica>>, además de compatible con los tejidos humanos y no absorbible, el PVC parecía satisfacer los requisitos, pero entre finales de los años sesenta y principios de los setenta, diversas evidencias pusieron en duda tal creencia, entre ellas fue que se descubrió que el gas cloruro de vinilo (principal sustancia del PVC), era mucho más peligroso de lo que se había creído hasta entonces. En 1964 los médicos de la fábrica de PVC de la empresa B. F. Goodrich en Lousiveille, Kentocky, descubrieron que varios trabajadores estaban desarrollando acroosteólisis -afección sistémica que causa lesiones cutáneas-, problemas circulatorios y deformación de los huesos de los dedos de la mano, como resultado del uso del PVC. A principios de los años 70, investigadores europeos hallaron pruebas de que el cloruro de vinilo era cancerígeno, tal como se detalla en el artículo *Deceit and Denial; The Deadly Politics of Industrial Pollution* (“Engaño y negación: la política mortífera de la contaminación industrial”) (Markowitz y Rosner, 2002: XIII). Otra de las evidencias apareció en 1974, cuando cuatro trabajadores de la fábrica Goodrich murieron de un mismo tipo de cáncer de hígado poco común, el angiosarcoma (Frenkel, 2012: 115).

Al tiempo que se extendía el escándalo del cloruro de vinilo, otra investigación apuntaba a un riesgo más insidioso y más incierto: varios productos de uso muy frecuente, podían estar liberando las sustancias químicas añadidas al PVC. Robert Rubin y Rudolph

Jaeger, toxicólogos del hospital universitario Johns Hopkins lo descubrieron casualmente durante un experimento realizado en 1969 con hígados de rata. Mientras se transfundían los hígados con sangre procedente de bolsas y tubos de PVC, resultó evidente que algún compuesto desconocido estaba frustrando el experimento. Jaeger se dio cuenta de que se trataba del DEHP, el plastificante químico añadido al vinilo con el que se fabricaban las bolsas para sangre y los tubos, que podían contener entre 40 y 80% de dicho químico de peso. Ya que el aditivo no se adhiere a la cadena principal del PVC (cadena de margarita), puede ser lixiviado (liberado), especialmente en presencia de sangre o de sustancias grasas (Frenkel, 115-116).

Después de investigar a fondo el DEHP y otros ftalatos, principalmente en adultos, varios toxicólogos independientes llegaron a la misma conclusión: descubrieron que en dosis altas podían causar defectos de nacimiento en roedores y provocar cáncer de hígado en ratas y ratones. Y este es solo uno de los riesgos asociados al uso de plásticos (Frenkel, 2012: 117).

HACIA UN MUNDO SIN PLÁSTICOS

A partir de la presión ejercida por los distintos organismos, como Greenpeace y ONU Medioambiente, entre otras, se han implementado intervenciones de políticas a niveles internacional, nacional y subnacionales para regular el uso de plásticos. Sin embargo, hasta ahora la mayoría de ellas se refieren a la prohibición de bolsas plásticas y de los plásticos desechables (llamados de un solo uso) (ONU Medio Ambiente, 2018: 6).

Alemania impuso desde julio de 2021 la prohibición de artículos superfluos de plásticos de un solo uso, además de que su posición es enfática para que los desechos marinos la contaminación por plásticos reciban una alta prioridad en los foros mundiales. Ecuador aprobó desde noviembre de 2020 una ley que regula la reutilización y el reciclaje de plásticos y prohíbe los plásticos de un solo uso en el comercio. Ghana también es uno de los países más comprometidos en este tema y, en 2019, se convirtió en el primer país africano en sumarse a la plataforma *Global Plastic Action Partnership* (GPAP), con la que se creó la *National Plastics Action Partnership de Ghana* (NPAP), bajo el objetivo de desarrollar una economía circular como principal instrumento para reducir los residuos plásticos. Por su parte, Vietnam ha elaborado una estrategia de desarrollo para promover la economía marina, al mismo tiempo que protege al ambiente y a los ecosistemas marinos, con lo que espera transformarse en un país pionero en la reducción de la contaminación de los mares por residuos plásticos (Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety, 2021). En México, el poder judicial acaba de instruir al poder legislativo para que se establezca por medio de leyes, la prohibición de plásticos de un solo uso.

En la actualidad, al menos 90 países han impuesto prohibiciones a los plásticos de un solo uso, y 170 países se han comprometido a reducir significativamente el uso de plásticos para el 2030 (OpenMind, 2021).

Otra de las alternativas que se ha estado estudiando es reemplazar estos materiales con bioplásticos, sin embargo, aunque de primera instancia pareciera una alternativa muy prometedora, en realidad no es una solución que logre resolver la complejidad del uso de plásticos, tal es el caso de los residuos, ya que al sustituir un artículo de plástico de un solo uso por otro que también pudiera ser de un solo uso, no modifica la cultura de usar y tirar (Greenpeace, 2018:9). Otro hecho es que, aunque los bioplásticos están conformados con materia prima orgánica, no garantiza que se puedan compostar ya que necesitan condiciones específicas de humedad y temperatura, entre otras cosas (como cualquier residuo orgánico), además hay que considerar que no todos los componentes de los bioplásticos se compostan o se degradan, y que algunos incluso necesitan procedimientos industriales para degradarse.

Propuestas caseras para reducir el uso de plásticos

Reina y Gómez (2019), autores que han buscado reducir plásticos de su vida cotidiana, proponen las siguientes medidas:

Primeramente comentan que hay que tener presente la regla de las cinco erres: rechazar, reducir, reutilizar, reciclar, reincorporar. También insisten en contar con normas básicas para comprar sin plástico, mediante las cuáles vamos aprendiendo dónde comprar los diferentes tipos de productos, buscando siempre aquellos que se vendan a granel, aprovechando para esto, las bolsas que existen exprefeso y que son reutilizables (Reina y Gómez, 2019).

Para el caso específico de las cocinas, los autores recomiendan:

1. Evitar el desperdicio alimentario. El aumento del uso de plástico como envase incrementa el desperdicio alimentario.
2. Evitar comprar productos congelados
3. Utilizar tarros de vidrio como sustitutos del plástico.
4. Utilizar servilletas y bolsas de tela que se puedan lavar y reutilizar
5. Evitar el agua embotellada y, en caso de ser necesario, utilizar vidrio en vez del PET, o también, utilizar filtros y hasta el binchotán (carbón japonés).
6. Beber café y té sin plástico (Reina y Gómez, 2019).

Para la limpieza del hogar se sugiere o comprar detergentes a granel o hacer uno mismo los detergentes, para esto último se sugiere contar con productos como: vinagre, jabón, bicarbonato, limón, percarbonato, ácido cítrico, carbonato de sodio y aceites esenciales. Refiriéndose a las esponjas amarillas con una cara rugosa verde, comentan que son sintéticas “y según se van desgastando, sueltan microfibras que se acabarán colando por el desagüe”, así que proponen usar esponja de luffa que es 100% vegetal. También recomiendan el estropajo de esparto, los cepillos de madera con fibras vegetales y el estropajo de cobre (Reina y Gómez, 2019, p. 94-101).

También se refieren a las microfibras como la basura plástica más abundante y las que llegan, finalmente, al estómago de muchos peces, microfibras que se encuentran en la ropa que usamos cotidianamente. Para mitigar este mal ellos recomiendan: evitar en lo posible las fibras sintéticas, lavar lo menos posible, comprar ropa de calidad que dure más tiempo, llenar la lavadora, usar detergentes líquidos en vez de en polvo, lavar a bajas temperaturas, evitar los lavados muy largos y secar la ropa al aire (Reina y Gómez, 2019, p. 103).

Sobre los plásticos en el baño, consideran que es el lugar donde más plásticos acumulamos. Se refieren a las micropartículas de plástico que se agregan a ciertos productos cosméticos y limpieza para exfoliar, regular la viscosidad y textura de la crema, darle reflejos, etcétera. Recomiendan para bañarse, usar cepillos de madera con fibras vegetales, usar jabones sólidos en vez de gel líquido cuyo principal componente es el agua, comprar champú sólido o, en su defecto, a granel, o bien se puede sustituir lavándose el cabello con bicarbonato y enjuagarlo con vinagre de manzana o limón (Reina y Gómez, 2019, p.107-114).

Refiriéndose al aseo bucal, recomiendan hacer un enjuague bucal de: infusión de salvia, clavo o tomillo, una pizca de sal y bicarbonato y de aceites esenciales. Pueden encontrarse marcas de hilo dental sin plástico. Hay cepillos de dientes de bambú con cerdas vegetales o cepillos con cabezal reemplazable (Reina y Gómez, 2019, p. 115-118).

En fin, estas son sólo algunas de las variadas recomendaciones que existen para vivir una vida con reducción de plásticos. Habría que tomar la iniciativa retomando estas recomendaciones.

Por otra parte, hay que hacer énfasis en cambiar la concepción antropogénica de que la naturaleza existe y adquiere valor en medida que es capaz de satisfacer las necesidades humanas, lo que implica aceptar el hecho de aceptar que cada elemento en la naturaleza tiene un valor intrínseco y es esencial para el sistema al que pertenece y del cual forma parte el ser humano.

Así mismo, para la permacultura la contaminación refleja un exceso de abundancia, en otras palabras, producción en demasía, para lo cual los sistemas diseñados por los humanos, deben ser capaces de limitar y redirigir esa abundancia para que no cause polución (Torres, T., 2024). Por poner un ejemplo, actualmente los niveles de dióxido de carbono (CO₂) en el ambiente se han disparado⁹: existe un exceso de abundancia del dióxido de carbono como resultado de las actividades humanas, una posible solución para redirigir este exceso, sería plantar árboles, ya que estos lo absorben y lo regresan a la tierra como nutriente.

En el caso de los sistemas de producción y consumo de plásticos, además de redirigir el exceso (circularidad del material), hay que limitarlos y crear sistemas de producción y consumo establecidos bajo lógicas de preservación y conservación al ambiente, que permitan satisfacer las necesidades humanas.

⁹ En 2023, los niveles de CO₂ registrados superaron las 421 partes por millón (Statista, 2024), frente a las 280 ppm registradas antes de la Revolución Industrial (El Tiempo, 2022),

CONCLUSIONES

Hoy es imposible vivir al 100% sin plásticos, así que nuestro objetivo en la actualidad debe ser reducir su uso lo más posible, sin embargo debemos aceptar que no desaparecerán de nuestras vidas tan fácilmente, aunque la situación actual del planeta nos obligue a ello.

Cuando se piensa en contaminación ambiental causada por los plásticos, generalmente se asocia con los plásticos de un solo uso, sin embargo, aunque estos son los más visibles porque terminan más rápido en los espacios naturales, estos representan menos del 40% de la producción total, así que hay que considerar el otro 60%, que aunque tienen ciclos de vida más largos, eventualmente llegarán a los ecosistemas. Es por ello que, a pesar de que se han logrado algunos avances contra la contaminación por plásticos, es evidente que se necesitan más y mejores acciones tácticas y ajustes estratégicos al sistema de producción y consumo de plásticos (en todos los niveles individual, empresarial y de Estado), no solo para detener el vertimiento y la acumulación adicional del plástico en la naturaleza, sino, además, para dejar de extraer recursos para la producción plástica, eliminar sustancias tóxicas y disminuir procedimientos en la conformación de productos de este material, pero sobre todo, cambiar la actitud del ser humano en su relación con el ambiente y sus patrones de consumo.

Como hemos visto a lo largo de este trabajo, los plásticos representan toda una serie de compuestos que han venido a convertirse, al paso de los años, en indispensables de nuestra vida diaria, sin embargo, y como lo hemos podido constatar a lo largo de este trabajo, representan a uno de los elementos más contaminantes del planeta, especialmente aquellos que no podemos ver a simple vista como son las microfibras. Ante esta situación, la tarea que se nos presenta a los seres humanos para el futuro no es nada cómoda, pero si necesaria, y no nos referimos exclusivamente a los plásticos. También hay que considerar el desperdicio que en la actualidad hacemos del agua en las ciudades, cuando hay comunidades que carecen de este elemento vital. Además, ¿dónde se depositan estas aguas ya servidas? Nuestros ríos, lagos y mares presentan una gran contaminación, y consecuentemente a las especies que los habitan, y de las cuales nos alimentamos. Hacer un buen uso del agua es otra de las tareas incómodas que tendremos que afrontar, si realmente nos preocupa el futuro de este planeta.

REFERENCIAS

Aguirrezabal Unamunzaga, I. (2019). *Plástico en México*. ICEX España Exportación e Inversiones, Oficina Económica y Comercial de la Embajada de España en Ciudad de México. Ciudad de México: Oficina Económica y Comercial de la Embajada de España en Ciudad de México- Gobierno de España.

Alegría, A. (13 de enero de 2022). En 2021, México recicló más de 1 millón de toneladas de plástico: Anipac. *La Jornada*.

Anèlides. (17 de julio de 2020). *Islas de plástico: Anèlides Serveis ambientals marins*. Recuperado el 15 de julio de 2021, de Anèlides Serveis ambientals marins: <https://anellides.com/es/blog/islas-de-plastico/>

ANIPAC. (2021). *1er Estudio Cuantitativo de la Industria del Reciclaje de Plásticos en México*. ANIPAC.

BBC News. (19 de marzo de 2019). La impresionante imagen de una ballena con 40 kilos de bolsas de plástico en su estómago. *BBC News*. Recuperado 20 de enero de 2022, <https://www.bbc.com/mundo/noticias-47620369>

Bookchin, M. (1977). *Por una sociedad ecológica*. Barcelona, España: Gustavo Gili, S. A.

Bookchin, M. (2015). *La próxima revolución. Las asambleas populares y la promesa de la democracia directa*. (P. Martín Ponz, Trad.) Barcelona, Cataluña, España: Virus Editorial.

Centro Nacional de Prevención de Desastres (27 de octubre de 2017) "Domingo 28 de octubre 2007: mega inundación en Tabasco", CENAPRED, México (www.gob.mx).

Chávez, J. C. (23 de diciembre de 2020). *Industria del plástico crece 3% gracias a COVID- 19: Energía Hoy*. Recuperado el 15 de enero de 2022, de Energía Hoy: <https://energiayahoy.com/2020/12/23/industria-del-plastico-en-mexico-crecio-3-gracias-a-covid-19/>

El Tiempo. (6 de junio de 2022). Nivel de CO2 en el aire es 50% más elevado que antes de la era industrial. Recuperado el 07 de agosto de 2024 de: <https://www.eltiempo.com/vida/medio-ambiente/nivel-de-co2-en-el-aire-es-50-mas-elevado-que-antes-de-la-era-industrial-677934#:~:text=Antes%20de%20la%20revoluci%C3%B3n%20industrial,50%20a%C3%B1os%20de%20lucha%20ambientalista.>

Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety. (3 de septiembre de 2021). *Conferencia Mundial Ministerial sobre Basura Marina y Contaminación por Plásticos finaliza con proyecto de resolución*. Recuperado el 20 de febrero de 2022, de Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety: https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Abfallwirtschaft/ministerkonferenz_meeres_plastikmuell_es_bf.pdf

Franklin Associates. (2009). *Life Cycle Inventory of three single-serving soft drink containers*. Único, PETRA, Franklin AssociatesA Division of ERG Prairie Village, Ks.

Frenkel, S. (2012). *Plástico. Un idilio Tóxico* (1a ed.). (V. Ordóñez Divi, Trad.) Barcelona, España: Tusquets Editores, S. A.

Fundación Aqueae. (s/f). *Mar de plásticos: cuánto plástico hay en el mar y los océanos: Fundación Aqueae*. (Fundación Aqueae) Recuperado el 20 de diciembre de 2022, de Fundación Aqueae: <https://www.fundacionaqueae.org/mar-de-plastico-el-80-de-la-basura-en-el-mar-es-plastico/>

Fundación Heinrich Böll y Fundación Break Free From Plastic. (2019). *Atlas del Plástico. Datos y cifras sobre el mundo de los polímeros sintéticos*. (2da edición ed.). El Salvador: Fundación Heinrich Böll - Break Free From Plastic.

Gale Zabaleta, M. T., & Paredes Morelos, K. M. (2014). *Evaluación del impacto ambiental al aire asociado a la producción de resinas de PVC y PP, para un caso de estudio colombiano*. Universidad de San Buenaventura Seccional Cartagena, Facultad de Ingeniería, Artes y Diseño. Cartagena: Universidad de Sanbuenaventura.

- García Estrada, E., Hoyos Martínez, J. E., & Álvarez Vallejo, A. (2017). Comprensión como principio bioético de la permacultura en el planteamiento de proyectos ambientales. *Memorias del Congreso Internacional de Investigación Academia Journals Celaya*. Tomo 11, págs. 2172-2175. Celaya: Academia Journals.
- García, J. M. (2014). *La Edad de los Polímeros. Un mundo de plástico*. Burgos, España: Universidad de Burgos.
- García, S. (Enero de 2009). Referencias históricas y evolución de los plásticos. *Revista Iberoamericana de Polímeros*, 10(1), 71-80.
- Góngora Pérez, J. P. (septiembre y octubre de 2014). La industria del plástico en México y el mundo. *Comercio Exterior*, 64(5), 6-9.
- González Arroyo, H. (2017). Cambio climático y Protección Civil. En S. Lucatello, & M. Garza Salinas, *Cambio Climático y Desastres: Un enfoque en Políticas Públicas* (págs. 99-112). CDMX, México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Greenpeace. (2018). *Un millón de acciones contra el plástico*. Greenpeace España. Madrid: Greenpeace. Recuperado el 25 de septiembre de 2022 <https://es.greenpeace.org/es/wp-content/uploads/sites/3/2018/04/TOOLKIT-PLASTICOS-v3.pdf>
- Guterres, A. (2008). *Cambio climático, desastres naturales y desplazamiento humano: la perspectiva del ACNUR*. ONU, Oficina del Alto Comisionado de Naciones Unidas para los Refugiados. ACNUR.
- INECC/SEMARNAT. (2020). *Panorama General de las Tecnologías de el Reciclaje de Plásticos en México y en el Mundo*. México: Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- INEGI. (2017). *Perfil de la fabricación de productos de plástico*. Aguascalientes, México: Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
- INEGI. (14 de marzo de 2023). *Industria Manufacturera: INEGI*. Recuperado el 29 de marzo de 2023, de <https://www.inegi.org.mx/temas/manufacturas/>
- Jambeck, J. R., Geyer, R., Wilcox, C., Siegler, T. R., Perryman, M., Andrady, A., y otros. (13 de febrero de 2015). Plastic waste inputs from land into the ocean. *Science*, 347(6223), 768-771.
- Kwieceński, Z., Kwieceńska, H., Botko, P., Wysocki, A., Jerzak, L., & Tryjanowski, P. (2006). Plastic strings as the cause of leg bone degeneration in the White Stork (*Ciconia ciconia*). *Editorial Científica Bogucki*, 1-7.
- Lima, Lioman (2/nov/2017) "Ropas, plásticos, animales muertos y hasta cuerpos humanos": el gigantesco "mar de basura" que tensa las relaciones entre Honduras y Guatemala". BBC News Mundo (bbc.com).
- Markowitz, G., & Rosner, D. (2002). *Deceit and denial. The deadly politics of industrial pollution*. Estados Unidos de América: University of California Press.
- Morales Méndez, J. E. (2010). *Introducción a la Ciencia y la Tecnología de los Plásticos*. México: Trillas.

- ONU Medio Ambiente. (2018). *El Estado de los Plásticos. Perspectiva del día mundial del medio ambiente 2018*. ONU medio ambiente / SIN Contaminación por Plásticos / India 2018, Medio Ambiente. ONU.
- OpenMind. (21 de mayo de 2021). *5 alternativas para un planeta sin plástico: OpenMind BBVA*. Recuperado el 10 de febrero de 2022, de OpendMind BBVA: <https://www.bbvaopenmind.com/ciencia/medioambiente/5-alternativas-para-un-planeta-sin-plastico/#:~:text=Al%20menos%2090%20pa%C3%ADses%20ya,uso%20de%20pl%C3%A1sticos%20para%202030>.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (22 de diciembre de 2014). *Diez años después del tsunami, Asia está mejor preparada para hacer frente a los desastres naturales*. Recuperado el 15 de mayo de 2021, de Diez años después del tsunami, Asia está mejor preparada para hacer frente a los desastres naturales: FAO: <https://www.fao.org/news/story/es/item/273427/icode/>
- Parker, L. (19 de junio de 2017). *El 91 por ciento del plástico que se fabrica no se recicla: National Geographic*. Recuperado el 20 de enero de 2020, de National Geographic: <https://www.nationalgeographic.com/planeta-o-plastico/2018/06/el-91-por-ciento-del-plastico-que-se-fabrica-no-se-recicla>
- PlasticsEurope (2021). *Plásticos -Situación en 2020. Un análisis de los datos sobre producción, demanda residuos plásticos en Europa*. Madrid: PlasticsEurope, Asociación Europea de Organizaciones de Reciclaje y Recuperación de Plásticos (EPRO).
- Ramos Reyes, R., & Palomeque de la Cruz, M. A. (2019). La gran inundación del 2007 en Villahermosa, Tabasco, México: antecedentes y avances en materia de control. *Anales de Geografía de la Universidad Complutense*, 39(1), 387-413.
- Reina Toresano, P., & Gómez Soria, F. (2019). *Vivir sin plástico* (Primera Edición ed.). España: Zenith.
- Rivera-Garibay, O. O., Álvarez-Filip, L., Rivas, M., Garelli-Ríos, O., Pérez-Cervantes, E., & Estrada-Saldívar, N. (2020). *Impacto de la contaminación por plástico en áreas naturales protegidas mexicanas*. México: Greenpeace México.
- Sanz Tejedor, A. (2017). *Productos de interés industrial derivados del etileno: Química Orgánica Industrial*. Recuperado el 20 de marzo de 2023, de Química Orgánica Industrial: <https://www.rua.unam.mx/portal/recursos/ficha/75965/productos-de-interes-industrial-derivados-de-etileno>
- SEOBirdLife y Ecoembes. (2019). *Informe Libera. Impacto del abandono del plástico en la naturaleza*. SEOBirdLife, Ecoembes.
- SIGFRE-DRS. (2023). *Indicadores Económicos: Sistema de Información Geográfica de Fuentes de Energía para la Planeación del Desarrollo Regional Sustentable*. Recuperado el 28 de marzo de 2023, de Sistema de Información Geográfica de Fuentes de Energía para la Planeación del Desarrollo Regional Sustentable: <http://energia.ugto.mx/formularios/Reportes/IndEconomicoPIBManufacturero.php#>
- Spiegel, J., & Maystre, L. Y. (1998). Control de la contaminación ambiental. En J. (Dir) Mager Stellman, *Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo* (Vol. 2, págs. 55.1-55.59). Madrid, España: Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales, Ministerio de Sanidad y Consumo, Instituto Nacional de Medicina y Seguridad en el Trabajo, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

Statista. (Octubre de 2019). *Producción de plástico a nivel mundial de 1950 a 2018*: Statista. Recuperado el 28 de agosto de 2021, de Statista: <https://es.statista.com/estadisticas/636183/produccion-mundial-de-plastico/>

Statista. (30 de junio de 2021). *La producción de plástico en el mundo*: Statista. (Statista) Obtenido de Statista: <https://es.statista.com/grafico/21899/distribucion-de-la-produccion-mundial-de-plastico-por-region-en-2018/>

Statista. (22 de mayo 2024). *Concentración atmosférica de dióxido de carbono a nivel mundial 1959-2023*. (Statista) Obtenido de Statista: <https://es.statista.com/estadisticas/1269928/concentracion-atmosferica-global-de-dioxido-de-carbono/>

Torres, Thiago. (Julio de 2024) Curso “PDC2024, Permaculture Design Course, Certificación en Diseño con Permacultura”