



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA
UNIDAD IZTAPALAPA
DIVISIÓN DE CIENCIAS Y HUMANIDADES
DEPARTAMENTO DE ECONOMÍA

Tesina
Modelo sustentable de producción en la economía
global del plástico.

LICENCIATURA EN ECONOMÍA

PRESENTA:

Álvaro Guadalupe Vázquez Quezada

ASESORA PRINCIPAL:

Dra. Elizabeth Guadalupe Concha Ramírez

En memoria de todos aquellos
quienes perdieron la vida durante la
presente pandemia de Covid; se han
ido, pero no serán olvidados.

Agradecimientos

Primero quiero agradecer a la Dra. Elizabeth Concha por haberme dado la oportunidad de escribir sobre lo que me apasiona y por guiarme con entusiasmo a través del arduo trabajo que representó dejar el rol de lector y entrar al de investigador; las instituciones educativas necesitan más docentes como la Dra. Elizabeth.

Agradezco a todos los profesores de Economía de la UAM Iztapalapa con quienes tuve la oportunidad de tomar clases y discutir a lo largo de estos 4 años. Agradezco especialmente al Dr. Heri Óscar Landa Díaz, al Dr. Wesley Marshall, al Dr. Cristhian Villegas y a la Dra. Miriam Sosa.

A *Grand View Research, Inc* por compartir conmigo parte de su investigación de mercado; a *Plastics Europe*, a *Greenpeace*, al *WWF* y a todas las organizaciones e instituciones que dedican su existencia a tratar de lograr un mejor futuro para todos nosotros.

Quiero agradecer a Anton Szandor LaVey y la *Church of Satan* por ayudarme a comprender la importancia de la vida, del respeto a la naturaleza y la responsabilidad de los seres humanos ante la supervivencia de los seres conscientes del universo.

Especiales agradecimientos a mi padre –quien forma parte del universo aunque ya no de nosotros– por enseñarme el valor de la educación y por procurar un mejor futuro para mí.

A mi madre por su proeza de atender a toda una familia de hombres y asegurar mi bienestar y a la vez que cumpliera con mis deberes.

A mi hermano por formar parte importante de mi vida y apoyarme económicamente mientras cursaba la licenciatura.

A mi amiga y compañera Mónica Gissel por permitirme compartirle mis proyectos y por acompañarme en los mejores momentos y en los más difíciles durante toda mi carrera universitaria.

A mi amigo Jesús Rentería por no dejarme solo ni un momento a lo largo de mi carrera y por tratarme como un verdadero hermano de sangre. Para hombres como él hay grandes recompensas en la vida.

A mi amigo y compañero Gabriel Pérez quien me tendió la mano siempre que lo necesité y con quien comparto muchas de las inquietudes que nos llevaron a escribir nuestros trabajos de investigación. *How do we sleep while our beds are burning?*

A mi compañera Mitzy quien por mucho tiempo creyó en mí y me brindó una sombrilla emocional en uno de los momentos más difíciles de mi carrera.

A todos mis amigos y compañeros por haber hecho de esta etapa un conjunto de vivencias y momentos especiales que jamás olvidaré. Juntos haremos historia.

Contenido

Introducción	1
Planteamiento del problema	5
Fundamento teórico	8
Justificación	12
Objetivos	14
Hipótesis.....	15
1. Producción industrial en masa de productos no biodegradables	19
1.1 La degradabilidad de los materiales	19
1.1.1 La biodegradabilidad	20
1.1.2 Los productos no biodegradables	20
1.2 La era antes del plástico	21
1.3 Producción de plástico	23
1.3.1 Tipos de productos fabricados	25
1.4 Tamaño de la industria de plástico.....	28
1.4.1 Panorama de la industria del plástico en México.....	28
2. Huella ecológica por el uso de productos no biodegradables.....	34
2.1 Huella de plástico	35
2.2 Contaminación por plástico	36
2.2.1 Contaminación de plástico en el mar	37
2.2.2 Contaminación de plástico en el suelo.....	38
3. Evaluación de impacto por fabricar productos ecológicos y sustentables.....	40
3.1 Medidas para reducir las externalidades negativas	41
3.2 Alternativas al uso de plástico.....	41
3.2.1 Bioplásticos	42
3.2.2 Algodón y papel.....	43
3.2.3 Cartón.....	44
3.2.4 Vidrio	45

4. Futuro en la producción de productos sustentables.....	46
4.1 Economía circular	48
4.1.1 Pasos de la economía circular	50
4.1.2 Implementación de la economía circular	52
4.2 Empresas y economía circular.....	58
4.3 Multinacionales contaminantes ante el cambio	61
4.4 Finanzas sostenibles.....	62
Conclusiones	63
Referencias.....	66

Introducción

En el contexto de la economía global actual se ha hecho hincapié en el uso de la política monetaria y las finanzas para manejar las variables macroeconómicas que determinarán el rumbo de un país en términos de crecimiento y desarrollo; se ha hecho evidente que países con más y mayor uso de la tecnología tienden a crecer más en términos económicos y a tener un nivel de desarrollo mucho más alto que aquellos países que no cuentan con el mismo nivel de tecnología (Krugman & Obstfeld, 2006). El uso de la tecnología y el aumento en la demanda de productos desarrollados supone un consumo de recursos naturales y de energía que aumenta exponencialmente –al contrario de su oferta–.

Los grandes economistas han propuesto un análisis del comportamiento económico en donde, tanto los sujetos como las sociedades, tienen que competir entre sí para lograr un pleno desarrollo económico (Krugman & Obstfeld, 2006). Así se muestra en la literatura y en la teoría con los agentes que quieren maximizar sus beneficios –para el caso de las empresas– o maximizar su utilidad –en el caso de los consumidores–. Y es la eterna búsqueda de la maximización del placer lo que lleva a productores y emprendedores a querer satisfacer la insaciable demanda de un mercado que crece a pasos de gigante, hecho que trae consigo el aumento del consumismo por parte de la población y de los productores que, al querer producir más rápido, consumen tantos insumos como les permita su capacidad en el menor tiempo posible y al menor costo.

La búsqueda de la reducción del costo de los insumos que las empresas utilizan –sea cual sea su giro– y la necesidad de producir en grandes cantidades para llevar productos a todos los rincones en donde haya una burbuja de lo que llamamos demanda, ha logrado que los materiales con los que se transportan, fabrican y presentan al mercado los bienes, o los materiales de los productos que utilizan los trabajadores para llevar a cabo sus actividades, sean mucho más livianos –contienen menos masa– y poco duraderos (Flory, 1954); por lo

que, una vez utilizados, dichos productos pierden su valor de uso y tienen que ser desechados. A estos llamaremos producto desechable.

La producción de las empresas está censada por el Estado, agente que se encarga de aplicar impuestos —lo que supone más gastos para la empresa— por diversos ámbitos, y de otorgar concesiones. El objetivo del Estado es que la actividad económica crezca y sea más competitiva a nivel internacional; por lo que, por lo general, el Estado velará por la industria de su territorio y procurará que la actividad de las industrias no tenga inconvenientes para satisfacer la demanda del mercado.

Lo anterior supone que un gobierno puede tener intereses en que las empresas aumenten su rentabilidad (Krugman & Obstfeld, 2006) y, con ello, el Producto Interno Bruto. El enfoque de los gobiernos en las finanzas y la producción en masa de productos cada vez más efímeros está suponiendo un peligro de explotación de recursos y de afección al medio ambiente por los desechos generados en el proceso productivo y de transporte por parte de las grandes industrias, fenómeno que se viene dando desde el inicio de la primera revolución industrial (Gore, 2007).

En el capítulo 1 se aborda la manera en la que la industria genera y pone a la venta productos que pueden resultar perjudiciales para el medio ambiente debido a sus características y propiedades. Se analizan los conceptos ambientales de la biodegradabilidad; se introduce el papel que juegan los plásticos dentro de los materiales no biodegradables.

El contexto histórico analizado en este capítulo nos ayuda además a entender cómo funcionaban los mecanismos de movilidad de mercancías antes de que el plástico fuera inventado.

Posteriormente, comienza el análisis al dinamismo que existe dentro de la economía mundial del plástico por la cual existe una extensa gama de productos derivados de los hidrocarburos. Al final se realiza un breve análisis sobre la situación de la industria del plástico que opera en México.

En el capítulo 2 se revela información que indica las razones por las que el uso que se le ha dado al plástico es una amenaza a la estabilidad ambiental. Se recopilan datos concernientes a la contaminación estimados por grandes organizaciones ambientales.

En el capítulo 3 se analizan las alternativas al uso de productos de plástico y las acciones que tienen que ser consideradas por los líderes de las economías tras firmar los acuerdos del Tratado de París.

Se evaluarán las opciones de no usar productos de plástico desechables o de reducir su uso para disminuir también su actividad industrial y la generación de residuos contaminantes; se comparará esta opción con la de usar productos similares a los que se usaban antes del plástico y la de crear sustitutos al plástico que sean biodegradables, cuyos desechos se consideren como amigables con el ambiente.

En el capítulo 4 se introduce el funcionamiento de un modelo de producción y consumo circulares que es diferente al actual y que podría revolucionar la industria a la vez que permite un correcto desarrollo de la sustentabilidad. Se propone la manera de que dicho modelo funcione en la economía del plástico.

Adicionalmente se dan a conocer casos de éxito con empresas que ya incorporan el modelo circular en su proceso productivo y contribuyen con la sustentabilidad.

También se ofrece información sobre la manera en la que las empresas se vean incentivadas a implementar un modelo de operación socialmente responsable.

Planteamiento del problema

El consumo de recursos naturales se ha analizado desde el inicio de la teoría económica pero pocas veces se ha puesto especial atención al agotamiento de estos. Cada vez que surgen necesidades en la sociedad, las empresas se movilizan para satisfacerlas haciendo uso de su tecnología disponible y buscando obtener su correspondiente rendimiento financiero. Es así como, a medida que se creaba y crecía la industria durante la revolución industrial, se propició la sustitución de materiales provenientes del medio natural y con poca transformación por compuestos sintéticos que pueden presentar muchas y muy variadas características físicas, según se requiera; compuestos poliméricos que abaratan los costos de producción al incorporarlos a todos los productos en los que sea posible. El conjunto de esos compuestos poliméricos es conocido como plástico (Flory, 1954).

El plástico presenta una estructura física que permite moldearlo al aplicarle calor. Físicamente y a temperatura ambiente el plástico es sólido. Hay plásticos naturales y seminaturales; los naturales los podemos encontrar principalmente en árboles, también se les conoce como resinas; los seminaturales son los que provienen de la naturaleza pero se les mezclan compuestos sintéticos. En la actualidad el plástico que se usa en la industria es, en su mayoría, totalmente sintético: se crea a partir de la modificación estructural de materiales que tienen base de carbono, principalmente el petróleo.

La utilización de productos como la madera e incluso el metal fue sustituida por el plástico porque su precio es mucho más bajo. Después de la segunda guerra mundial se buscó la manera de abaratar costos de los bienes manufacturados debido a que la industria metalúrgica había estado muy activa satisfaciendo la demanda de armas de los ejércitos. Los precios de transformar metales se elevaron durante y después de la guerra (Flory, 1954).

El plástico sintético, por sus características, es muy resistente y duradero; así se observa en los empaques y contenedores hechos de este material. Sin embargo, esta característica se

ha convertido en un problema debido a que, cuando el polímero tiene que ser desechado, la descomposición de su estructura para volver a incorporarse al medio natural es mucho más larga que cualquier material primario y los recursos para producirlo se pueden agotar más rápido de lo que se reutilizan.

La creación de una industria gigantesca y multipolar dedicada a la producción y explotación de plástico, propiciada por el modelo económico capitalista, acrecienta en demasía la explotación de recursos naturales y la producción de desechos. Tanto productores como consumidores generan desechos derivados del plástico.

Lo anterior lleva a preguntarse qué se ha hecho para resolver el problema.

En la actualidad se han planteado alternativas al uso de los plásticos con productos más sustentables en un enfoque planteado por la Economía Ambiental para analizar tanto el impacto ambiental como el económico en el uso de estos productos y la sustitución del plástico. La Economía Ambiental nace como una alternativa a la teoría económica ortodoxa. Formalmente, la economía ambiental se puede definir como un campo de estudio que reconoce el valor del medio ambiente y la actividad económica, y toma decisiones basadas en esos valores (Wierenga, 2003). Pero, más allá, autores han creado un modelo de producción con base en la economía ambiental y lo han llamado capitalismo natural, una propuesta de desarrollo empresarial y social impulsada por el Rocky Mountain Institute (RMI) de Estados Unidos (Paul Hawken, 1999). ¿Funciona la alternativa de la Economía Ambiental Natural para resolver el problema? Es algo que aún se está analizando y cada día surgen nuevas preguntas y nuevos datos que revelan un futuro incierto acerca del impacto ecológico del uso del plástico.

En la misma dirección, autores como William McDonough junto a Michael Braungart, han propuesto un modelo de economía circular que, sin contraponerse al sistema económico actual pero sí a su tendencia de consumo lineal de productos, promete resolver varios de los problemas acerca de las externalidades del proceso productivo en la industria capitalista a partir de la reutilización de algunos recursos que se consideran productos desechables (McDonough & Braungart, 2002).

A pesar de que el trabajo de William –arquitecto conocido ahora como el padre de la economía circular (Mandiola G, 2018)– fue publicado y reconocido hace dos décadas, adquirió mucha importancia en los últimos cinco años ante la necesidad cada vez más urgente de resolver los problemas ambientales. En el libro *Cradle to Cradle* (McDonough & Braungart, 2002) se parte de la idea de que no todos los productos deben ser diseñados para desintegrarse prontamente al ser desechados, sino hacer productos que sean durables y puedan tener más de un primer uso. Como primer ejemplo de los productos que William cree que deben ser diseñados, está su mismo libro, impreso en un papel sintético –no se requiere talar árboles para su fabricación– a prueba de agua, que lo hace extremadamente durable; contrastando con la idea del capitalismo natural de Paul Hawken, cuyo libro principal, *Natural Capitalism* (Paul Hawken, 1999), está impreso en papel reciclado –que sí contiene madera– y fácilmente degradable. ¿Por qué es importante hablar también de sus

libros como productos y no sólo como referencias para el contenido de este trabajo? La idea de fabricar un libro cuyas características físicas den cuenta de las ideas de los autores es importante en este ámbito porque el libro es el primer objeto físico –producto– que el lector posee al momento de abstraer las ideas recién conocidas.

¿Es, entonces, el plástico esencial en la vida cotidiana y productiva de nuestra sociedad? ¿Hay manera de que el plástico no se convierta en un problema? En 2013 salió al mercado un libro escrito por Bea Johnson titulado *Zero Waste Home: The Ultimate Guide to Simplifying Your Life by Reducing Your Waste* (Johnson, 2013), el cual generó un movimiento social que promete ser una solución a los problemas de contaminación ambiental por desechos domésticos. La manera en la que sugiere Johnson que se reducirá la contaminación es reduciendo la demanda de bienes plásticos, reciclando y reutilizando, idea de la cual también parte la economía circular. En la última década el movimiento de los *Zero Wasters* ha cobrado mayor significado entre los partidarios de la economía circular y se espera que tenga un impacto positivo en la ecología.

Por otra parte, científicos de nuestros tiempos investigan otra forma de reducir los desechos no biodegradables mediante la utilización del gusano de seda. Se afirma que las bacterias en el interior de este gusano son capaces de procesar el plástico de polietileno. Es decir, el gusano se alimenta de plástico y es capaz de sobrevivir durante más de un año haciéndolo (Hunt, 2020). ¿Es esta la verdadera solución al problema de contaminación por plástico? Aún hay muchas investigaciones que realizar puesto que este gusano es considerado una plaga, ¿sería correcto reproducir una plaga en gran escala y usarlo como animal de granja?

Lo que se espera descubrir en este trabajo es un proceso de producción de plástico que reduzca las externalidades negativas y aún reduzca los costos de producción al mínimo para crear o transformar empresas que lo aprovechen. El uso de la nueva tecnología y ciencia es esencial en la industria del plástico como lo es en cualquier otra industria, pero si la gente espera que los gusanos de seda se coman sus desechos o espera que no tengan que volver a comprar productos desechables, ¿qué clase de modelo deberá tener una empresa de esa industria para mantenerse funcional a lo largo del tiempo? Y, si se describe un modelo productivo que funcione, ¿por cuánto tiempo se espera que lo haga?

En adelante, la Economía Ambiental será la ciencia auxiliar que respalde la investigación.

Fundamento teórico

La industria del plástico se define como el conjunto de las empresas que producen o transforman productos de plástico, se divide en tres sectores: el primer sector es llamado industria petroquímica y se encarga de crear materiales plásticos a partir de carburos (esencialmente hidrocarburos como el petróleo, mencionado anteriormente), estos materiales serán vendidos como insumos a otras empresas que se encargarán de transformarlos o incorporarlos a sus productos. A continuación se describen algunos de sus productos:

- Polietileno de Alta Densidad o PEAD. Es un material resistente a la presión y a la temperatura. Es de alta densidad como su nombre lo indica. No es tóxico y por su propiedad impermeable y gran resistencia se utiliza casi siempre para conducir líquidos –tuberías que pueden ser hasta de agua potable– o en envases de líquidos y químicos que pueden ser peligrosos; también se usa para crear bolsas en donde se pueden almacenar desechos domésticos de todo tipo –bolsas de basura–. (Grupo INTERCOM, 2020).
- Polietileno de baja densidad o PEBD. Este material es ligero y bastante flexible. Es de bajo costo y no es tóxico. Se utiliza principalmente para la elaboración de bolsas –en las que habitualmente se empacan las compras en el supermercado–, algunos envases plásticos para uso doméstico, cubiertos y platos desechables. Este es el polímero sintético con mayor producción a nivel mundial y el que más rápido se desecha. Tanto el PEBD como el PEAD son sintetizados a partir de petróleo y gas. (Grupo INTERCOM, 2020).
- Poliestireno. Es rígido y de gran calidad. Se puede fabricar transparente e incluso a manera de espejo, fungiendo como sustituto de éste. No es tóxico por lo que se usa como envase de algunos alimentos, especialmente dulces y chocolates debido a su

resistencia a las temperaturas y propiedad aislante térmica; también se usa para almacenar unidades que contienen información magnética y/o electrónica, como los CDs. Por sus características se ha usado como alternativa al vidrio ya que el plástico de este tipo puede ser cortado fácilmente sin provocar quebraduras en él. Se obtiene a partir del hilado de estireno, un hidrocarburo, y es procesado con petróleo. (American Chemistry Council [ACC], s.f.)

- Poliestireno expandido. El poliestireno se puede transformar en una espuma con increíbles capacidades de absorción de impactos y de aislamiento térmico, a la vez que de flexibilidad y durabilidad. Esta espuma de poliestireno es comúnmente conocida como unicel y sus usos son muy extendidos: desde envases para alimentos de consumo inmediato o congelados, hasta autopartes y piezas de construcción de casas por sus propiedades aislantes. Se fabrica inyectando aire al poliestireno (Grupo INTERCOM, 2020).
- Poliestireno extruido. Es similar al unicel, pero tiene una estructura mucho más rígida, aunque no tanto como el poliestireno rígido. Su uso está más orientado a productos que tendrán un uso más rudo dentro de ambientes industriales (Grupo INTERCOM, 2020).
- Cloruro de Polivinilo o PVC. El PVC puede transformarse en un material blando o uno rígido, el rígido es el de uso más amplio, se utiliza en tuberías y en algunos productos eléctricos –como los zócalos– debido a que este material no es inflamable. Se obtiene a partir del petróleo y del cloruro de sodio (Grupo INTERCOM, 2020).
- Polipropileno o PP. Es un material rígido, resistente a altas temperaturas y a altas presiones. No es resistente a las temperaturas bajas pero sus características ayudan a que sea utilizado en aparatos de calefacción y también en objetos como sillas y mesas de plástico (Grupo INTERCOM, 2020).
- Polietilentereftalato o PET. Es el material más vistoso, destaca su brillo y transparencia, aunque pueden elaborarse productos menos transparentes. Es flexible pero no es resistente a temperaturas altas ni se recomienda su uso a la intemperie. Se utiliza extensiblemente para producir botellas para agua o refrescos, y frascos. (Textos Científicos, 2020).

Los anteriores materiales, por sus propiedades, pueden ser reutilizados tras moldearse nuevamente sometiéndolos a la temperatura que cada tipo de material requiera.

El segundo tipo de industria del plástico es el de la transformación, esta industria se encarga de transformar los productos elaborados por la industria petroquímica y produce todos los productos citados en la lista anterior, y muchos más. Esta industria es importante porque entrega: a los hogares, productos elaborados para el uso doméstico; a las [otras] empresas productos que son, a su vez, insumos para otros productos. Es el sector con el mayor dinamismo y reconocimiento económico.

El tercer sector de esta industria es el del reciclado de plásticos. Como se mencionó, los plásticos –exceptuando las resinas o plásticos naturales– se pueden reutilizar sometiéndolos a una temperatura que los reblandezca y les permita, mediante la maquinaria adecuada, volver a formarse para hacer cualquier producto que se requiera. Un aspecto para destacar es que el plástico reciclado se vuelve ligeramente tóxico por lo que ya no es apto para ser utilizado en bienes de consumo humano (Ecoticias, 2010), a menos que se realice un proceso químico que muy pocas empresas son capaces de llevar a cabo (Semana, 2016).

El uso de plásticos en la vida cotidiana y en el ámbito industrial ha sido favorable para sus fines y ha mostrado ser seguro, siempre y cuando se le dé un uso adecuado a cualquier material plástico. Por ello, durante mucho tiempo, no se mostraron quejas generalizadas por el uso o los resultados del uso del polímero sintético. Fue hasta 1985 que se empezó a extender entre la población –especialmente en países altamente industrializados– la información acerca de las externalidades negativas que las grandes fábricas generaban y el peligro que suponía para el medio ambiente tal contaminación (Nadal, 2007).

Justificación

Es natural que como seres humanos estemos en constante evolución, mejorando nuestros procesos cognitivos. Amamos crear e innovar, descubrir nuevas cosas y, por la cualidad de ser animales sociales, ser reconocidos por ello. Es por eso por lo que la continua evolución de la industria nos deja –tanto a consumidores como productores– maravillados, encantados, y –en consecuencia– cegados. Los productos que son traídos a los consumidores gracias a la constante mejora en la tecnología y los nuevos descubrimientos nos producen gran utilidad, tanto para simplemente disfrutar su uso y realizar tareas domésticas, como para mejorar los procesos que realizamos en nuestro empleo –gire en torno a la rama que sea–. Es así como los productos plásticos, baratos y resistentemente no-biodegradables entran en la vida de los sujetos sociales.

Cuando el uso de los productos anteriormente mencionados deja consecuencias negativas, el desencanto tarda en generalizarse; pues, como se mencionó, los productos más útiles y baratos nos mantienen encantadoramente cegados. En el caso de los polímeros sintéticos, los problemas surgen durante su fabricación y al final de su uso. En la fabricación del plástico se liberan a la atmósfera gases que, en exceso, son dañinos para la atmósfera; en los productos descritos anteriormente se utilizan elementos a base de carbono; y el gas resultante, dióxido de carbono, puede llegar a causar un aumento de la temperatura en nuestra atmósfera (Europa Press, 2019) causando grandes afecciones a la flora y la fauna –incluyendo humanos– del mundo.

El otro aspecto negativo del plástico es que al desecharlo se requiere mucho tiempo para que se degrade y sus elementos se descompongan para ser reutilizados en los procesos naturales. Tan solo una botella de PET puede durar 1000 años en el proceso de degradación (Calcuworld, 2020), lo que significa que durante este proceso los recursos de los cuales están constituidas las botellas en las cuales consumimos nuestro refresco, no estarán

disponibles. Los elementos de la tierra –y el universo– se pueden combinar, someter a condiciones de distintas temperaturas y/o presiones volumétricas para transformarlos, pero jamás podrán ser creados. En un sistema aislado, durante toda reacción química ordinaria, *“la masa total en el sistema permanece constante, es decir, la masa consumida de los reactivos es igual a la masa de los productos obtenidos”* (Lavoisier, 1789).

El cuidado del medio ambiente es un tema que para los economistas no fue revisado sino hasta el inicio de los años 70 (Nadal, 2007) cuando las repercusiones negativas de la contaminación comenzaron a hacerse notar. Para que los seres humanos sobrevivamos es menester que los sistemas que gobiernan nuestros procesos y maneras en que nos relacionamos entre nosotros y con el medio ambiente, tengan en cuenta el cuidado de éste. Ya que los sistemas bajo los cuales estamos regidos socialmente están dominados por los económicos, necesitamos un análisis económico que permita regular nuestras actividades para que éstos propicien un ambiente en el que seres humanos podamos sobrevivir con las menores repercusiones negativas posibles. Proponer detener la industria que ha logrado abaratar los costos de producción es impensable, al menos en el contexto actual, pues al comprometer el crecimiento económico se puede estar comprometiendo el desarrollo.

Crear un proyecto que haga las cosas de manera diferente bajo el liderazgo de alguien que entienda las implicaciones de reducir los contaminantes en el mundo es lo que se requiere.

Objetivos

General:

- Dar a conocer el impacto positivo y negativo en la economía, así como el impacto en el ambiente que tiene la utilización de productos elaborados de plástico y otros materiales que surgen como alternativa a este; proponer el que más beneficie al medio ambiente y al medio social.

Específicos:

- Conocer los costos y las cantidades de elaboración de productos plásticos en el mundo.
- Conocer el impacto y las repercusiones tanto ecológicas como financieras de los productos hechos a base de polímeros.
- Conocer los costos de producir bienes que nacen como alternativas a aquellos hechos a base de polímeros.
- Evaluar y comparar la rentabilidad de producir productos a base de polímeros con aquellos hechos con materiales no sintéticos.
- Proponer una manera de elaborar productos que cumplan la función de los productos plásticos fabricados actualmente y garanticen la sustentabilidad.

Hipótesis

Productos sintéticos rediseñados para ser más resistentes minimizan el impacto negativo al medio ambiente y al medio social mejor que los productos ecológicos biodegradables.

“Lo que nos hace grandes es el hecho de poder ver lo pequeños que somos”.

Martí Montferrer

1. Producción industrial en masa de productos no biodegradables

1.1 La degradabilidad de los materiales

La degradabilidad se define como la capacidad de un material de descomponerse en cada uno de los elementos por los que está compuesto (Real Academia Española [RAE], 2020). Es un proceso químico, natural del universo; un proceso circular –atención a esta palabra– mediante el cual la naturaleza recoge todos los elementos de los materiales que forman la estructura física de ella misma para ponerlos a disposición de otros procesos, o del mismo proceso en repetición, que utilizarán los recursos para crear más materiales o elementos compuestos. No es difícil de entender cuando se tiene en cuenta que los recursos naturales son limitados, algo así como lo es el dinero en nuestros bolsillos que determina las posibilidades para comprar mercancías; si queremos mercancías, tenemos que dar nuestro dinero; si queremos nuevamente dinero, tenemos que vender algo a alguien. Recordando a Lavoisier se puede afirmar que la materia no se crea ni se destruye, sólo se transforma (Lavoisier, 1789). Bajo esa ley natural podemos también recordar el proceso mediante el cual el agua se eleva de los ríos y mares para convertirse en nubes de vapor que, cuando estén lo suficientemente condensadas, se convertirán de nuevo en el agua que cae en la tierra y vuelve a los ríos y mares. Ningún elemento se perdió en el proceso, el hidrógeno y el oxígeno que componen el agua simplemente cambiaron de estructura molecular. Pero la mayoría de los procesos son mucho más complejos.

Toda la materia ordinaria en el universo es degradable, pero a nosotros, por el momento, sólo nos interesa la materia prima contenida en nuestro mundo.

1.1.1 La biodegradabilidad

La biodegradabilidad es un término más delimitativo, se refiere a la propiedad de cualquier material de ser degradado por organismos vivos –bacterias, hongos, algas, etc.– con o sin la ayuda de algunos elementos químicos existentes en la atmósfera (Fabbrica Pinze Schio, n.d.). Con ello también suele referirse a los materiales biodegradables simplemente como aquellos que se degradan fácilmente. Para que un compuesto se degrade fácilmente, tiene que permanecer en el suelo, donde los organismos mencionados puedan tener acceso a éste.

Entre los materiales biodegradables más representativos de la definición de esa palabra están los residuos de alimentos, especialmente de frutas y verduras, que dependiendo de cada una de ellas se pueden descomponer en tan sólo 4 semanas y hasta en 1 año; pero esos residuos no se usan para fabricar productos. Siendo así, podemos mencionar uno de los principales materiales para la fabricación de productos: la madera, usada para crear todo tipo de herramientas, muebles o simplemente elementos decorativos. La madera proviene

de los árboles, es decir, hay que cortarlos y derribarlos para obtenerla; a la madera se le moldea esculpiendo el material que no queremos que esté en nuestro producto final, pero también se le pueden agregar químicos para hacer productos como el papel y el cartón, que, aunque son más difíciles de degradar que la madera por sí sola, se consideran aún biodegradables.

Otro de los productos biodegradables más conocidos es la tela con la cual se fabrica principalmente vestimenta, ya sea de algodón –una planta–, seda –polímero natural–, lana –pelaje de las ovejas–, la tela es biodegradable y su fabricación con normalidad requiere solamente del creado y entrelazamiento de fibras, además del añadido de tinturas que no alargan demasiado el proceso de degradación.

La degradabilidad suele medirse en el tiempo de descomposición de los productos. Más adelante analizaremos el tiempo que tardan en descomponerse los materiales biodegradables y los no biodegradables.

1.1.2 Los productos no biodegradables

Los productos no biodegradables son aquellos que están fabricados con materiales que difícilmente pueden descomponerse por la acción de los mismos organismos biológicos que se encargan de la descomposición de los materiales que sí son biodegradables, como vimos en los párrafos anteriores. Aún en la naturaleza hay materiales no biodegradables como los metales pesados y muchos minerales, mismos que se han usado desde siempre para fabricar cualquier producto que permita al ser humano sobrevivir.

Normalmente los minerales usados por el ser humano son extraídos de la tierra, y pueden ser elementos químicos –que de igual manera pudieron haber sido resultado de la degradación de otros materiales– o compuestos químicos –formados de diferentes elementos químicos–. A ellos se les puede transformar de diferentes maneras: mediante la

escultura, para el caso de materiales como la piedra; mediante la fundición, hablando de los metales; y/o son usados como combustible, en el caso del carbón y el petróleo.

Los metales tienen una gama demasiado extensa de productos en la vida de los humanos, por ello basta decir que cualquier producto fabricado en este material no es biodegradable. Si ponemos de ejemplo uno de los metales más livianos, el aluminio, con el efecto del oxígeno, tardaría en degradarse 100 veces más tiempo de lo que tardaría el papel que se usa para los medios impresos, lo cual también analizaremos más adelante.

Desde este punto ya se entrevé que los materiales no biodegradables son aquellos hechos o transformados por los humanos, y esta característica es importante porque cualquier producto que no sea comestible y que tenga un alto valor de uso se desea que tenga una durabilidad suficiente para no ser reemplazado en poco tiempo. Quizá el material que se lleva el récord de la no biodegradabilidad es el vidrio, pues se estima que puede llegar a durar hasta cuatro mil años en la tierra.

Los polímeros sintéticos también son un claro ejemplo de productos no biodegradables, es el producto cuya producción es central en la presente investigación. Cualquier producto elaborado con estos polímeros o plásticos no es biodegradable y, dependiendo mucho de su estructura física, puede durar hasta mil años sin descomponerse. Aunque actualmente se ha descubierto que hay microorganismos que pueden alimentarse del plástico, los resultados no son aún concluyentes como para comenzar a considerar biodegradable al plástico convencional.

Siempre que se habla sobre productos no biodegradables, inmediatamente se presupone a hablar sobre el plástico. Este material funciona para crear todo tipo de utensilios e instrumentos, en todos los ámbitos de la vida; se usa en las grandes fábricas, en los hospitales, en todo tipo de vehículos, en los hogares e incluso en la órbita terrestre y el espacio exterior, en los satélites y sondas espaciales que usamos para estudiar los cuerpos del sistema solar. Se pueden crear plásticos con casi cualquier tipo de propiedades, y son tan durables que incluso una delgada película de plástico polietileno de baja densidad puede permanecer en la tierra 150 años sin degradarse; y se habla, en este caso, de la tierra como planeta; pues incluso en la órbita de otro planeta se ha encontrado algún residuo de plástico no en mal estado –y ha sido fabricado por los humanos, por si hacía falta aclarar–.

La vida sin los productos del plástico es impensable para la mayoría de la gente, incluso para los que vivieron la época pre-plástica. Pero sí hubo un *antes* en donde todos los utensilios y envases que hoy son prácticamente desechables eran de otro tipo de materiales que requerían mayor cantidad de materia que lo que hoy puede crearse con plástico.

1.2 La era antes del plástico

El registro más antiguo que se tiene sobre la creación del plástico data del año 1860 cuando se buscó sustituir el marfil en la fabricación de bolas de billar. Sin embargo, fue hasta 1907, tras el invento de la baquelita –considerado el primer plástico termoestable–, que se comenzó con la era del estudio y experimentación del plástico. Formalmente podemos

considerar que la industria moderna del plástico tuvo su puesta en marcha alrededor del año 1930, después de que los estudios científicos y químicos, gracias a las aportaciones de Hermann Staudinger en el campo de la química macromolecular (Stadinger, 1925), fueron concluyentes en el ámbito de la creación de polímeros usando hidrocarburos.

En los hogares la mayoría de los productos hechos con hidrocarburos y que se crearon en sustitución a otros, son aquellos que sirven para el consumo humano. Por citar algunos ejemplos: antes, los vasos para el agua, y los cubiertos, eran de aluminio; aunque aún existen, antes no había muchas opciones. Ese metal de igual manera se usaba para transportar comida, similar a la forma en la que hoy se hace con los *tuppers*¹ de plástico, y se hacía en recipientes llamados fiambreras o loncheras² cuyo sello, por la naturaleza cristalina del aluminio, no permitía que se consiguiera un sello hermético de los recipientes, causando que la comida contenida no pudiera ser guardada durante mucho tiempo. Ya vamos conociendo las ventajas del plástico sobre sus predecesores. El hecho de que los utensilios fueran de metal era que se les tenía que cuidar mucho más, y no se dejaban de utilizar, aunque presentaran daños físicos.

Otro de los objetos de plástico más conocidos por su versatilidad, es la botella para bebidas. En la actualidad la mayoría de las botellas están fabricadas de Polietilentereftalato, también conocido como PET; y no es una sorpresa, pues es de los polímeros más brillantes, ligeros y limpios a la vista; atractivos en todo sentido. El PET vino para sustituir a las botellas de vidrio, esas que comúnmente contienen refresco de sabor, que aún se pueden encontrar y son reutilizables, así como lo eran en los tiempos premodernos. Quizá este sea el primer ejemplo de economía circular en la historia de la sociedad capitalista. Aunque el vidrio tampoco es biodegradable, en el sistema utilizado por las antiguas empresas refresqueras, las botellas no se desechaban a menos que presentaran daños estructurales, pues no había manera ni disposición a reparar una de ellas, y de este modo jamás se analizó la degradabilidad de estos recipientes.

Para transportar otro tipo de alimentos como frutas, granos y sus derivados, y carnes, hoy día suelen usarse bolsas y costales de plástico de baja densidad; también unicel. Pero antes se utilizaban objetos de materiales como madera, papel y tela. La madera era ideal para fabricar cajas con volumen suficiente para albergar hasta 20 kg de frutas o verduras, lo que la hacía ideal para productores y transportadores, aunque no para consumidores; ellos podían llevar las frutas a su hogar en canastas de fibras naturales. El grano y alimentos o condimentos en polvo perfectamente podían ser transportados en sacos de tela; grandes sacos si eran utilizados por los que transportaban los productos del campo de producción hasta el mercado, y sacos más pequeños para transportar al hogar alimentos comprados en el mercado; por lo general esos sacos también eran reutilizados hasta su malogramiento. Para transportar alimentos que debían permanecer frescos hasta ser consumidos, tal como

¹ La palabra tupper es una abreviación de Tupperware®, compañía fundada por Earl Tupper que popularizó las fiambreras de plástico con cierre hermético en 1946

² Técnicamente, tupper, fiambarrera y lonchera son sinónimos, pero el nombre fiambarrera dejó de utilizarse y la palabra lonchera pasó a otra denominación al volverse populares los recipientes plásticos de Tupperware® en la década de los 50's

la carne, solían utilizar almacenes de metal con agua y hielo; era ofrecida al público general simplemente envuelta en papel de estraza, pero no se podía almacenar la carne por demasiado tiempo sin que comenzara su proceso natural de putrefacción; el papel simplemente cumplía la función de evitar el contacto directo del comprador con la carne expuesta.

El verdadero problema con los materiales usados antes de la era del plástico era que demandaban muchos recursos naturales y propiciaban la tala desmedida de árboles y plantas, además de que por sus propiedades se deterioraban con el uso y a veces con la simple exposición al oxígeno atmosférico, como es el caso de los metales. Con todo ello se propiciaba un fenómeno que afecta a la economía de los países, que era la instauración de economías de plantación y es el inicio de los problemas sociales derivados de la demanda de recursos naturales por parte de la industria.

1.3 Producción de plástico

La industria del plástico considera a cada una de las empresas que se dedican a fabricar, transformar o reciclar ese material. Las empresas que lo fabrican utilizan procesos petroquímicos y venden el producto resultante a otras empresas a manera de insumo; esas serán las empresas que lo transforman. Para el segundo tipo de empresas, el insumo comprado a las empresas petroquímicas sirve para crear los productos que se comercializan al público en general, pero con la ayuda de otro tipo de empresas que pueden ser de diferentes índoles. Por ejemplo, los objetos de plástico que más se consumen son las botellas desechables para bebidas, esas botellas fabricadas en PET llegan al público en general bajo el nombre de la empresa que crea las bebidas, de esta manera se le atribuye la creación del plástico a este último tipo de empresas.

Las empresas de la industria del plástico fabrican millones de toneladas de productos cada año. Según el último informe de PlasticsEurope, *Plastics, the Facts* (PlasticsEurope, 2019) publicado en diciembre de 2019, la producción mundial de plásticos en 2018 alcanzó las 359 millones de toneladas, un 3.06% más que en 2017.

De la producción total de plásticos a nivel mundial, Asia produjo el 50.1%. En este continente destaca China, que concentró el 30% de la producción mundial. Japón se situó en segundo lugar con un 4%.

Después de Asia se situó Europa, con el 17% –1.5% menos que en 2016– de la producción de plásticos a nivel global. La tercera posición del ranking de regiones productoras de plásticos en el mundo la ocupó Norteamérica –México, Estados Unidos y Canadá–, con el 18% –0.3% más que el 2016–.

Por su parte, Oriente Medio y África produjeron el 7% de los plásticos del mundo en 2018 y Latinoamérica, el 4%. Finalmente, la región CIS –Comunidad de Estados Independientes formada por exrepúblicas soviéticas– fue la responsable del 2,6% de la producción mundial de plásticos.

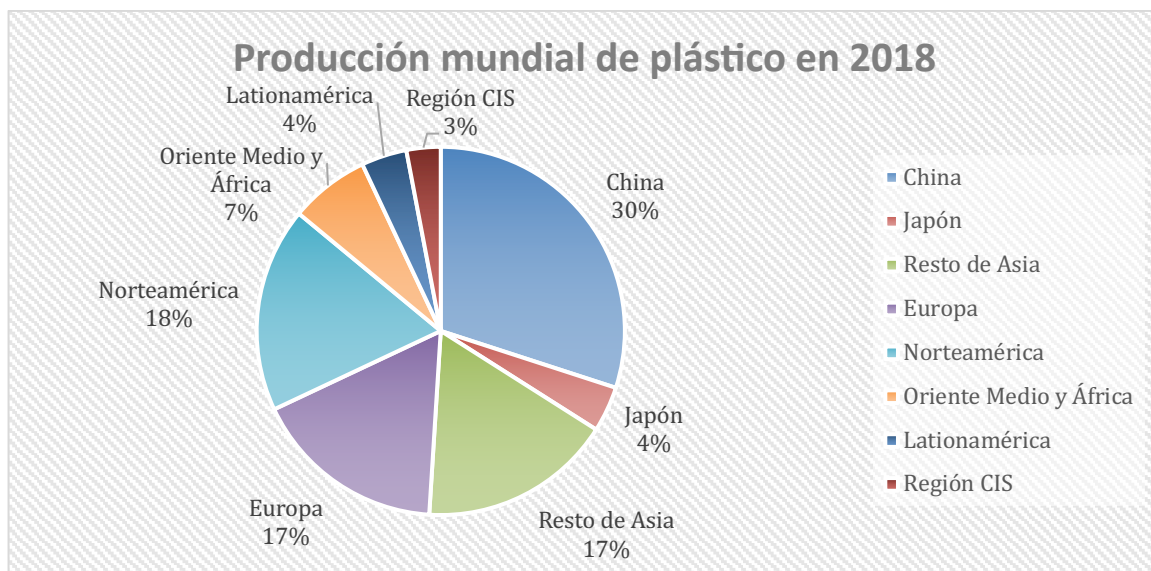


Ilustración 1 Producción mundial de plástico en 2018
Fuente: Elaboración propia con datos de PlasticsEurope

Según PlasticsEurope, la producción de plástico obedece a patrones de demanda de diferentes sectores, que se distribuyen de la siguiente manera:

Agricultura – 3.4%

Hogar, ocio y cultura – 4.1%

Electricidad y electrónica – 6.2%

Sector automotriz – 9.9%

Edificios y construcción – 19.8%

Varios (insumos médicos, muebles, herramientas) – 16.7%

Embalaje – 39.9%

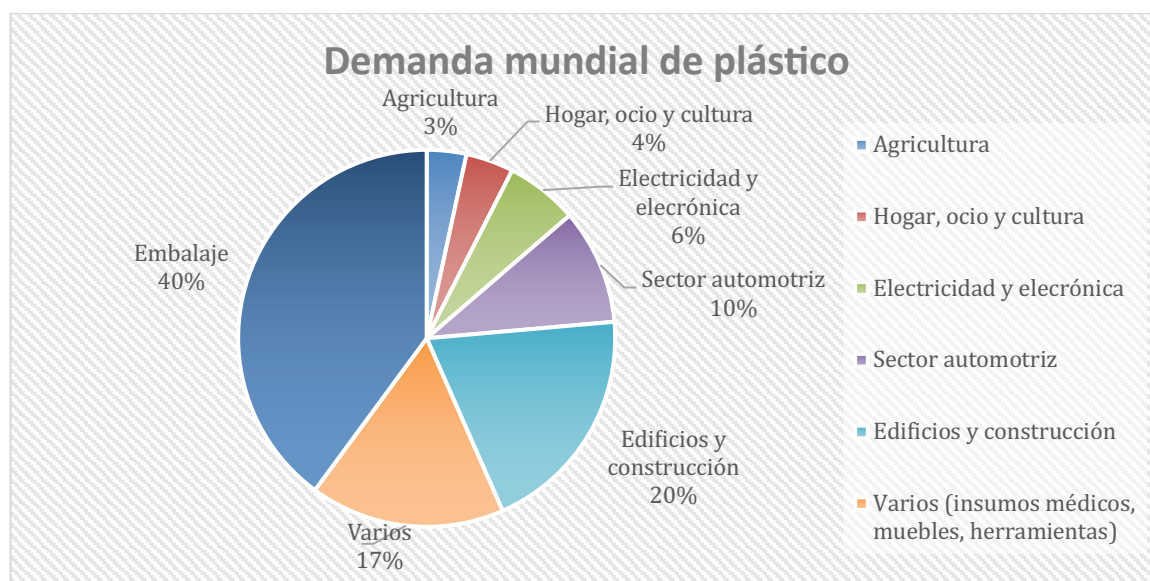


Ilustración 2 Demanda mundial de plástico

Fuente: Elaboración propia con datos de PlasticsEurope

Lo que destaca de esta lista es que el embalaje representa la mayor parte de la producción.

1.3.1 Tipos de productos fabricados

Como se mencionó en el apartado de La era antes del plástico, los productos de plástico sirven mucho para el uso doméstico diario, especialmente para almacenar productos de consumo básicos; y también se mencionó la extensión de su uso en todos los ámbitos de la vida.

A continuación, se enlistan los principales tipos de plástico y los productos más fabricados en cada uno de ellos.

Polietileno (PE)	Láminas Bolsas para alimentos Tuberías de agua potable, gas o instalaciones eléctricas	Tapones y tapas de recipientes Envases para solventes y productos de limpieza Juguetes
Poliestireno (PS)	Envases de unicel para comida Utensilios de cocina Difusores ópticos (para iluminación) Revestimientos de muebles	Aislamiento térmico Juguetes Artículos de oficina Máquinas de afeitar desechables
Policloruro de vinilo (PVC)	Revestimiento aislante para hogares Tuberías domésticas Envases de múltiples usos Revestimiento de cables eléctricos	Bolsas para muestras médicas Abrigos impermeables Botas impermeables
Politetrafluoroetileno (PTFE o teflón)	Prótesis dentales Juntas Piezas mecánicas en medios corrosivos	Aislamiento eléctrico y mecánico Revestimiento de sartenes
Polimetacrilato de metilo (PMMA o plexiglás)	Letreros luminosos Cristaleras, ventanillas, vitrinas (en sustitución al vidrio)	Fibras ópticas Lentes de contacto
Poliamidas (PA)	Cuerdas de nailon ³ para instrumentos musicales Cuerdas para pesca Envases para productos alimenticios Mecanismos de contadores de agua, gas y electricidad	Canalización de carburantes en vehículos Botas y fijaciones de esquí Sillas de bicicleta

³ La palabra nailon es una grafía en español del nombre Nylon, marca registrada de un material plástico perteneciente a las poliamidas.

Silicona	Fluidos para transformadores eléctricos Masillas Moldeados complejos Revestimientos antiadherentes	Barnices Ceras Tratamiento de quemaduras Prótesis de cirugía estética
Poliéster	Telas Envases Botellas Interruptores	Tomas de corriente y fusibles para circuitos de alta tensión Prótesis corporales y dentales
Polietilenterftalato (PET)	Envases para bebidas	

Fuente: Construmática, 2020

1.4 Tamaño de la industria de plástico

En el mundo existen miles de empresas dentro de la industria del plástico, en una industria tan dinámica y en constante crecimiento es difícil estimar la totalidad de empresas que la integran puesto que esta industria satisface a los demás sectores económicos; mientras la producción en general no tenga un crecimiento negativo a largo plazo la demanda de materiales de bajo costo provenientes de la industria plástica tampoco disminuirá. Las razones para que esto ocurra es que los insumos para crear polímeros son abundantes. La celulosa, la sal, el carbón y aún el petróleo se encuentran y comercializan en cualquier rincón del mundo. Pero, además, es porque es una industria extremadamente competitiva que presiona a los productores a innovar y reinventar sus productos cuantas veces sea necesario; hecho que, en términos económicos, se traduce en un mejoramiento sustancial de la tecnología, considerada como bien público (Sala-i-Martin, 1994)⁴ que incentiva al emprendimiento en esta industria.

Según una investigación llevada a cabo por Grand View Research, el tamaño de mercado de la industria del plástico en 2019 fue de \$568.9 mil millones de dólares, y se espera que tenga una tasa promedio anual de crecimiento de 3.2% a lo largo de 7 años (Grand View Research, Inc, 2020). El crecimiento de la industria de la construcción en mercados emergentes como Brasil, China, India y México ha sido fundamental para alimentar la demanda de plásticos durante 2018 y 2019.

1.4.1 Panorama de la industria del plástico en México

La industria del plástico es considerada una pieza clave en el crecimiento económico de México. Su contribución ha permitido desarrollar sectores estratégicos como el automotriz, alimentos, eléctrico, electrónico, salud –dispositivos médicos–, agricultura, construcción y vivienda, entre otros; particularmente en algunas entidades y regiones (Plastics Technology Mexico, 2017)

El sector del plástico ha aprovechado la posición geográfica de México para promover sus productos en el mercado internacional, así como los diversos tratados comerciales que tiene firmados con otros países y algunas mejoras regulatorias que han permitido atraer inversiones extranjeras y nacionales al sector durante el periodo 2007-2017. Entre 2011 y 2017, esta industria creció 8.6%. En 2017, contribuyó con el 2.7% del PIB manufacturero y registró una tasa de crecimiento del 4.5% con respecto al año previo.

En México, el valor de la producción de plástico ha alcanzado los \$30,000 millones de dólares que representa cerca del 2.5% del PIB, se estima que la industria en el país está compuesta de alrededor de 4,400 empresas y tan sólo 8 de ellas agrupan cerca de una quinta parte del valor de la producción (Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI], 2017).

⁴ Sala-i-Martin nombra a la tecnología como un bien no rival. En la teoría económica es más común usar el término bien público y su significado es el mismo.

En 2015 se estimaba que el valor de la producción en la industria era de 292,000 millones de pesos que estaba compuesto por 21.52 mdp de consumo intermedio y 7.68 mdp en valor agregado bruto (INEGI, 2017).

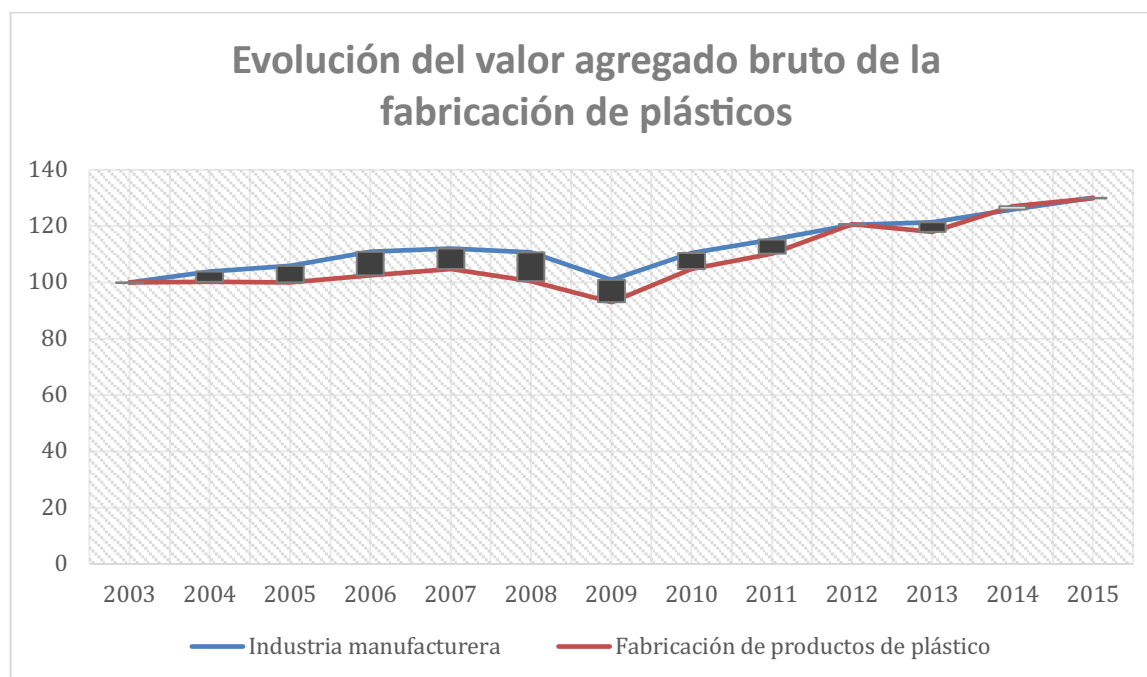


Ilustración 3 Evolución del valor agregado bruto de la fabricación de plásticos en México

Fuente: elaboración propia con datos de INEGI

El valor agregado bruto de la industria de plástico –y de cualquier industria– es una expresión del crecimiento económico y depende de tres componentes censados por INEGI: las remuneraciones, el excedente bruto de operación y los impuestos.

Porcentaje de los principales componentes del valor de la producción de plásticos de México en 2015

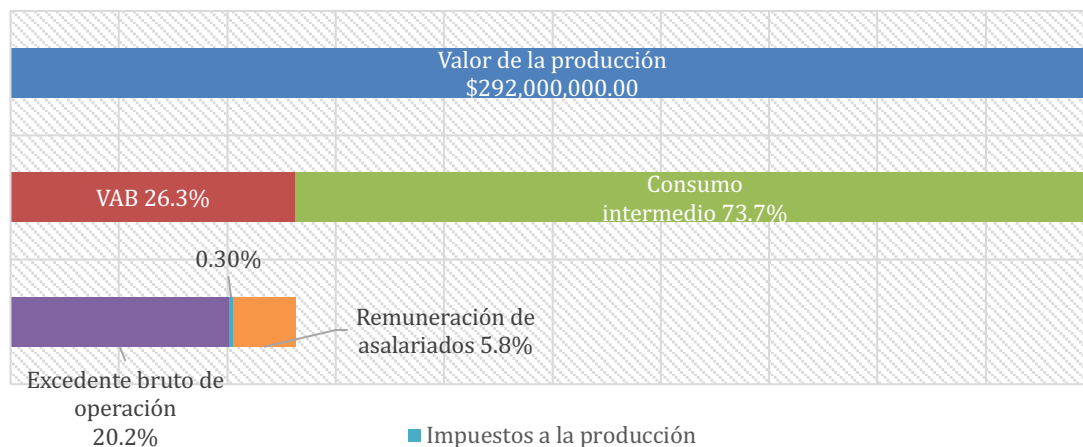


Ilustración 4 Porcentaje de los principales componentes del valor de la producción de plásticos de México en 2015
Fuente: elaboración propia con datos de INEGI

Remuneraciones

Las empresas que producen plástico en México cuentan con, aproximadamente, 123 mil puestos de trabajo con un promedio de 50 trabajadores por planta, 200 trabajadores para las unidades que producen autopartes. En 2015 se estimó que la remuneración por trabajador fue de alrededor de 136 mil pesos (INEGI, 2017). Las remuneraciones han mantenido una tendencia creciente desde el 2003, con una caída pronunciada en 2009 debido a la crisis financiera global, pero un repunte en el siguiente año; estadísticamente, desde 2003 a 2015 la evolución de las remuneraciones presentó un crecimiento del 65% (INEGI, 2017), sumando puntos a la importancia de la industria del plástico sobre el sector manufacturero del país.

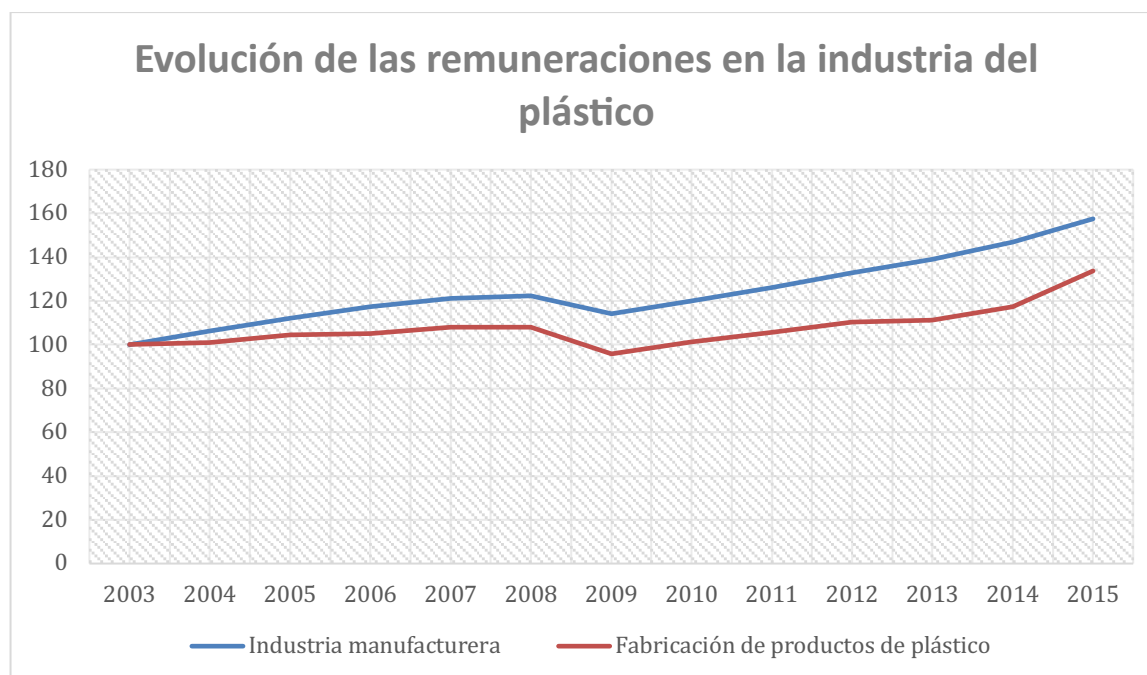


Ilustración 5 Evolución de las remuneraciones en la industria del plástico

Fuente: elaboración propia con datos de INEGI

Del total de los puestos de trabajo que existen en la industria de la elaboración de polímeros casi el 58.3% son obreros, el 10.5% son trabajadores y el 31.2% son personal subcontratados por empresas que prestan sus servicios a las de esta industria (INEGI, 2017).

Excedente bruto de operación

El excedente bruto de operación es el componente del valor agregado que más crecimiento registró de los tres componentes al finalizar 2015, pues desde 2003 creció un 286.3 por ciento (INEGI, 2017), siendo mayor que el crecimiento de las remuneraciones y de los impuestos; incluso creció en mayor proporción que la industria manufacturera en general.

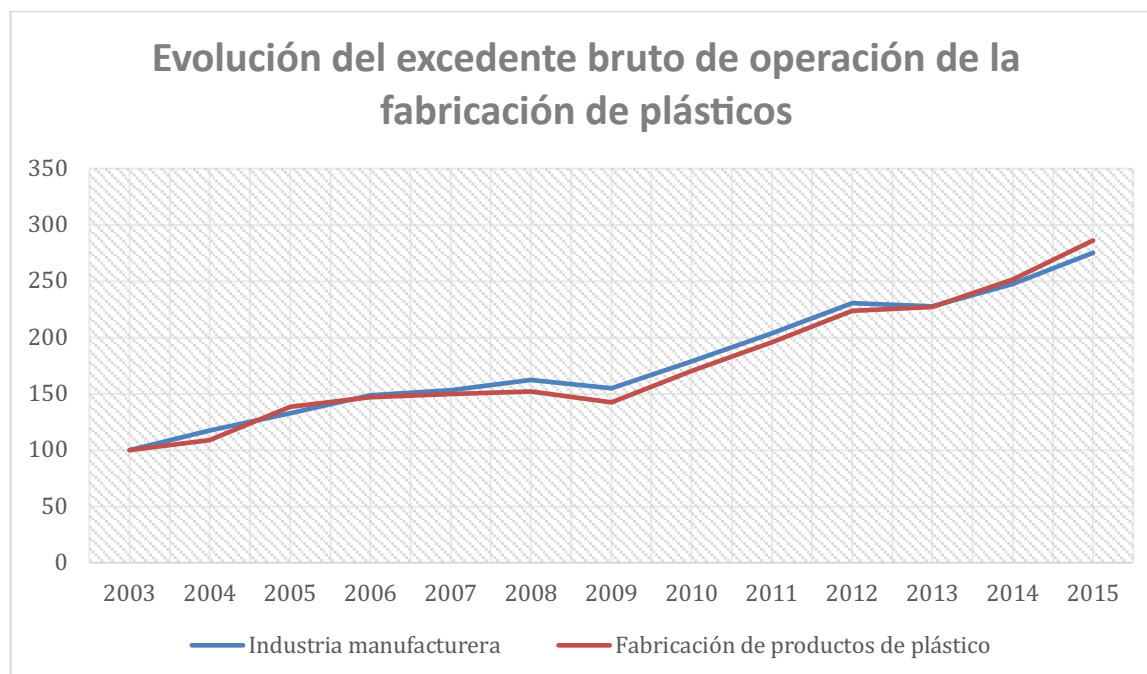


Ilustración 6 Evolución del excedente bruto de operación de la fabricación de plásticos

Fuente: elaboración propia con datos de INEGI

Impuestos sobre la producción

Las remuneraciones y los impuestos netos sobre la producción, que paga la industria del plástico mexicana, representaron 0.3%; estos mostraron una dinámica que revela un crecimiento por debajo del crecimiento de toda la industria manufacturera del país, según la contabilidad nacional recopilada por el INEGI (INEGI, 2017).

Rankin de los componentes de la industria del plástico con respecto al sector manufacturero de México

El comportamiento de los principales agregados que integran el valor del sector del plástico comparado con el comportamiento del sector manufacturero completo muestra el dinamismo y la importancia de la participación de la producción de plástico en la economía nacional. Para resumir la importancia de la industria del plástico en México se recopilan algunos datos de la participación del conjunto de empresas productoras de plástico en las manufacturas.

	Lugar	Participación
Valor de la producción	9°	2.80%
Consumo intermedio	9°	2.99%
Valor agregado bruto	10°	2.39%
Remuneración de asalariados	7°	3.00%
Impuestos netos a la producción	6°	3.60%
Excedente bruto de operación	11°	2.20%
Puestos de trabajo remunerado	8°	2.90%
Puestos de trabajo no dependientes	3°	6.25%
Exportación de bienes y servicios	14°	1.62%
Importación de bienes y servicios	11°	3.10%
Formación bruta de capital fijo	37°	<0.05
Fuente: INEGI, 2017		

2. Huella ecológica por el uso de productos no biodegradables

El tiempo y las transformaciones en el planeta son medidas por cuatro eras. El periodo Holoceno es la cuarta era geológica y abarca desde 1876 hasta la época actual. No obstante, científicos de todo el mundo han sugerido el inicio de un nuevo periodo debido a que la actividad del ser humano ha provocado cambios sustanciales en la superficie del planeta que a estas alturas no pueden pasar desapercibidos, aunque el *homo sapiens* se extinguiera en este preciso instante, puesto que ya hemos dejado nuestra huella. El inicio del nuevo periodo, denominado Antropoceno, podría datar más o menos desde el inicio de la revolución industrial, cuyo impacto se ha caracterizado por el aumento de gases de efecto invernadero en la atmósfera del planeta.

La huella ecológica es un indicador del impacto de la actividad del ser humano sobre el planeta y se mide por la superficie del espacio terrestre –y marino– que se necesita para producir todos los recursos que consumimos, y para absorber todos los desechos generados por el consumo de los recursos (World Wide Fund for Nature [WWF], 2020). El lector recordará las definiciones y asunciones en el capítulo primero sobre la naturaleza y sus recursos. Así, pues, es más fácil entender el concepto de huella ecológica si se imagina una huella simple de cualquier animal. Supongamos que esta se encuentra sobre una superficie arenosa; la huella está compuesta por, precisamente, la ausencia de arena que equivale a la arena desplazada por la pata del animal. Cuanto más grande sea la pisada del animal, más superficie de arena se va a desplazar. Si queremos que esa huella desaparezca, es preciso colocar dentro la misma cantidad de arena que fue desplazada en un inicio. Las fuerzas que se requieren para desaparecer la huella pueden provenir de los procesos naturales, pero también de otro ser vivo.

Actualmente se calcula que, en promedio, cada ser humano deja una huella ecológica de 2.7 hectáreas, lo cual supone un problema, pues según las estimaciones del WWF —una de las más grandes organizaciones internacionales de conservación de la naturaleza— el planeta solamente es capaz de otorgar cerca de 1.8 hectáreas a cada habitante (WWF, 2020), denotando que la cantidad de consumo de recursos actual requiere de más del 100% de la superficie total de la tierra; es decir, necesitamos 1.6 planetas Tierra para satisfacer la demanda del consumo actual. De continuar la tendencia, podría llegarse a una condición catastrófica para la sociedad, pues son las cadenas de suministro de recursos naturales las que satisfacen las necesidades fisiológicas, pero además las sociales del ser humano.

2.1 Huella de plástico

El uso del plástico ha hecho que la huella ecológica se incremente enormemente debido a su no-biodegradabilidad y a que más del 47% del plástico que se produce, es desechable. De hecho, se estima que, si el ser humano desapareciera por completo el día de hoy, y una raza inteligente proveniente de otro planeta donde no se tiene conocimiento sobre los humanos quisiera averiguar algo sobre este planeta, se darían cuenta muy fácil que hubo una raza que usó plásticos desde el siglo XX. Se calcula que entre 1950 y 2015, se produjeron 8,300 millones de toneladas de plástico en el mundo.

Un nuevo estudio publicado en Science Advances ofrece un extenso análisis de toda la producción en masa de plástico que se haya fabricado y qué sucede con el material una vez que ha dejado de ser útil. Sus descubrimientos apuntan que cantidades impresionantes de este tipo de basura se encuentran presentes en el medio ambiente y que lo más probable es que para 2050 la cifra aumente a 12,000 millones de toneladas acumuladas en vertederos o en el ambiente.

Los científicos de Science Advances calculan que cada año llegan al océano de cinco a trece millones de toneladas de plástico. Los datos recientes indican que cada vez es más común la contaminación en ríos y arroyos, así como en el suelo, y que la mayor parte de la contaminación se encuentra en forma de pedazos microscópicos de fibras sintéticas que provienen principalmente de la ropa.

La mayoría del plástico que se ha fabricado ya no se utiliza: desde 1950 se han desechado cerca de 6300 millones de toneladas métricas. Alrededor del 12% de esa cantidad se ha incinerado, esa es la única manera de deshacerse del plástico para siempre; mientras que 9% se ha reciclado —lo cual no garantiza que no terminará siendo desechado— el 60% se encuentra en basureros o regados en la superficie del planeta.

Como se viene manejando desde el inicio, el problema con los plásticos es que se desechan y no se degradan ni siquiera dentro del lapso de vida de un ser humano promedio. El tiempo de desintegración del plástico es uno de los más largos dentro de todos los desechos que se generan. Las cifras oscilan entre los 150 y los 1,000 años, dependiendo de la solidez y las condiciones del medio ambiente a las que queda expuesto el plástico desechado, ya que este material se degrada más rápido en la tierra que en el mar. En condiciones normales,

una bolsa de polietileno tarda unos 150 años en degradarse, mientras que una botella de plástico (PET) puede llegar a tardar hasta 1,000 años (WWF, 2020).

Si se quisiera visualizar el tiempo máximo que tardan en degradarse algunos de los productos más desechados, nos daríamos cuenta de que cualquier producto de plástico fabricado desde el inicio de la industria del plástico –y que no haya sido incinerado– aún existe.

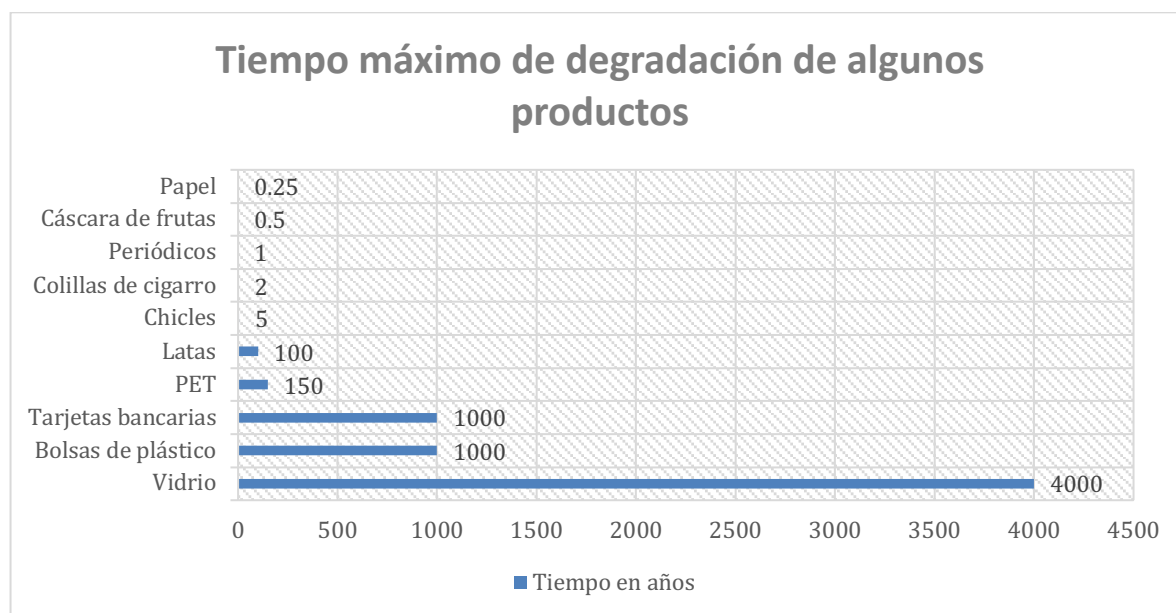


Ilustración 7 Tiempo máximo de degradación de algunos productos

Fuente: Elaboración propia con datos de Invdez

2.2 Contaminación por plástico

Es verdad que el plástico es seguro para interactuar con él en condiciones ambientales. Dependiendo el tipo, como se ha repetido. Podemos usarlo para vestir, comer o beber directamente de recipientes de este material. El plástico reciclado podría ya no tener las mismas virtudes, pero ciertamente no nos dañará el tacto con él. Entonces ¿por qué se dice que el plástico contamina?

Recordemos qué es la contaminación. Cuando en un entorno ingresa un agente o sustancia que normalmente no estaría ahí, y que además interfiere en el flujo de los procesos de ese entorno, entonces se habla de contaminación. La contaminación afecta el equilibrio del ecosistema y no es absoluta, hay grados de contaminación. Ésta es moderada si los agentes

contaminantes solamente causan que los procesos del entorno se demoren no demasiado tiempo adicional en ser completados; por otra parte, es grave cuando, por culpa de los agentes externos, organismos vivos se ven envueltos en situaciones que los llevan a su muerte (AmapolaBio, 2018).

En esta medida, el plástico es un contaminante cuando, sin valor de uso ni beneficio, llega al ecosistema; pues como vimos en el capítulo 1, el plástico normalmente no es biodegradable, y lo es tanto menos en la tierra que en el agua. Sin embargo, en el mar o en la tierra, el plástico contamina.

En una oleada supermasiva de limpieza llevada a cabo por Green Peace durante nueve meses en los seis continentes (National Geographic en Español), se identificó la marca de los desechos plásticos y se reveló una lista con 10 de las empresas que más residuos generan y terminan contaminando.

La lista de las marcas que se dio a conocer, se presenta ordenada de mayor generación de desechos plásticos a menor generación de ellos:

1. Coca-Cola
2. PepsiCo
3. Nestlé
4. Danone
5. Mondelez internacional
6. Procter & Gamble
7. Unilever
8. Perfetti van Melle
9. Mars Incorporated
10. Colgate-Palmolive

2.2.1 Contaminación de plástico en el mar

Hasta ahora se había definido una de las mayores problemáticas del uso del plástico con el hecho de que no sea biodegradable, y lo que hace que ese sea el problema es que el plástico —esencialmente el desechable— termina siendo tirado como basura, pero no siempre en los basureros, sino que termina en los suelos del planeta. Ya sea por la negligente acción de un usuario que a propósito arroja su envase vacío en el piso de la ciudad o en un canal de aguas negras o porque, por la ya mencionada liviandad, los plásticos son fácilmente elevados por el viento y transportados a todos lados a través del aire; gran parte de los plásticos terminan en el mar.

Lo cierto es que también se ha detectado una deficiente operación por parte de los organismos encargados del manejo de residuos, notablemente en países asiáticos como Indonesia, Tailandia y hasta Japón, cuyos vertederos son estocados por ríos (Greenpeace Internacional, n.d.). Este mecanismo permite que grandes cantidades de plástico terminen en el mar.

En un estudio iniciado en 2006 por Greenpeace se reveló que la basura de plástico se concentra en grandes cantidades en los remolinos de los océanos. Se ha llegado a estimar que, en los mares, fondos marinos y costas de todo el mundo, se acumulan 6.4 millones de toneladas de basura cada año, y que entre el 60% y el 80% de ella, proviene de los plásticos (Retorna, 2011).

Recordemos que la gran mayoría de plástico que se produce en el mundo va para empaques, es decir, tienen un solo uso. Y son esos empaques los que terminan siendo contaminantes de los ecosistemas.

Cuando a los plásticos se les encuentra flotando en el mar, las aves que se alimentan de peces que se acercan a la superficie terminan ingiriendo estos residuos por accidente o porque incluso confunden la basura con comida, lo cual las conduce a muerte por asfixia y por intoxicación. Esto es visible sin complicados estudios. Greenpeace ha observado este fenómeno y encontrado piezas de basura no biodegradable en el interior de esqueletos de aves que fueron encontrados en cosas del pacífico, o incluso flotando sobre las mismas islas de basura que se acumula en los remolinos marinos (Greenpeace Internacional, n.d.). Es curioso destacar que el cuerpo de los animales se degrada mucho más rápido que el plástico que han consumido por error.

Las mismas islas de basura acumulada en la superficie marina provocan una disminución de la luz solar hacia las profundidades del mar, lo cual interfiere con la existencia natural de organismos pelágicos llamados plancton, de los cuales se alimentan muchas variedades de peces –esos mismos que cazan las aves anteriormente mencionadas– y ballenas.

Los peces pueden también ingerir partículas de estos residuos al intentar alimentarse del plancton que se encuentra cerca de la superficie. Los animales que se alimenten de estos peces entonces también estarán ingiriendo plástico, que no aporta nutrientes como los alimentos orgánicos, condiciona su evolución e incluso deteriora las generaciones de peces; aumentan sus probabilidades de extinción.

Y antes de ir más lejos, hay que recordar que hay otros cazadores que se alimentan de pescados: el ser humano. Nosotros también estamos consumiendo plástico por culpa de la contaminación de éste en los océanos y continuamos creando las condiciones para que nuestro alimento proveniente del mar se deteriore.

Los plásticos, entonces, interfieren con la vida marina y la cadena alimenticia, lo cual se traduce en la posible extinción de una o más especies que, en un efecto de cadena, provoca desestabilización del sistema biológico; en casos graves pueden afectar la vida de los seres humanos.

2.2.2 Contaminación de plástico en el suelo

Al igual que en el mar, el plástico constituye un contaminante para la tierra y los organismos que ahí viven. De hecho, se estima que los contaminantes plásticos en el suelo son hasta 23

veces más que en los mares (Residuos Profesional, 2018). Proveniendo de la misma fuente, los desechos de polímeros tienen efectos tóxicos en la tierra.

Uno de los principales procesos por los cuales el plástico llega al suelo es por el tratamiento del agua residual. Hay procesos que hacen que el plástico se descomponga en partes más pequeñas llegando a convertirse en partículas de este material. Las partículas la mayoría de las veces terminan en los centros de tratamiento de agua residual de las ciudades y centros urbanos, por los mecanismos anteriormente descritos que aluden a que los desechos no terminan a propósito en donde no deben.

Cuando las aguas son purificadas, se generan residuos orgánicos que terminan en una plasta de lodo que es usada como abono. El problema radica en que en ese lodo se encuentran las partículas de plástico de los desechos y son indetectables a veces a simple vista. Ya que el abono que usamos para cultivar alimentos contiene plástico, hay muchos mecanismos por los cuáles este contaminante puede afectar los alimentos sembrados y cualquier organismo que busque alimentarse en esta tierra.

Hay varios procesos por los cuales el plástico contamina los alimentos terrestres. Si bien, el plástico no es biodegradable, eso no quiere decir que no sea degradable del todo. Por la acción de los rayos UV y del agua que llega al suelo, los plásticos liberan dióxido de carbono y otras sustancias que se pueden filtrar en la tierra. Lo cual, se sospecha, cambia el comportamiento y la mortalidad de organismos tales como las lombrices de tierra.

Además, las partículas de plástico pueden descomponerse aún más en micropartículas que siguen siendo durables, estas mismas pueden filtrarse en los alimentos. Se han encontrado micropartículas de plástico en la sal de mesa, en el azúcar e incluso en productos más elaborados como la cerveza (Residuos Profesional, 2018).

El consumo y digestión de los microplásticos dentro de alimentos aún no ha generado repercusiones negativas comprobables en los seres humanos, pero se cree que puede constituir un peligro tóxico por los químicos que el plástico libera durante su descomposición.

3. Evaluación de impacto por fabricar productos ecológicos y sustentables

Los beneficios del plástico son tales que, hasta hace algunos años, a la mayoría de las personas no les importaba generar residuos de este material. Consumir y tirar es y ha sido la norma en el siglo XXI gracias a la creación de envases desechables. No se encontraba la razón para cambiar este comportamiento, hasta que las pruebas de que el plástico era malo para el medio ambiente fueron irrefutables y la inalterable moral sobre lo que se podía y no se podía hacer con los bienes materiales, se puso a prueba.

Las personas consumen simplemente porque les gusta; la utilidad es solamente un término elegante para medir ideas que se sustancializan en el cerebro de los consumidores al adquirir un bien. Pero cuando este bien se vuelve en un mal, o un desbién, la utilidad se vuelve negativa (Varian, 2016). Los consumidores no quieren tener un mal, y al deshacerse de ellos, la utilidad negativa aumenta hasta neutralizarse.

Lo anterior se traduce en que a los consumidores, y a los agentes económicos en general, no les gusta poseer residuos de sus productos que no tengan mayor propósito. A ellos no les interesa cómo, pero tienen que deshacerse de su basura; y, sin tener la intención explícita de contaminar el mundo con plásticos, dejan su desecho en manos de la gestión local de residuos.

Aunque, cabe mencionar, la cultura de la protección al medio ambiente ha ido en aumento desde la última década y cada vez más gente está comprometida a responsabilizarse de sus residuos inorgánicos.

A los productores tampoco les importa que sus productos vayan a usarse una sola vez y luego a desechar lo restante. La demanda de los clientes y el beneficio financiero es lo importante, pero ciertamente no hay empresas con intención de dañar el medio ambiente, simplemente quieren los recursos que éste pueda darles. Y mientras la competencia por la demanda continúe existiendo, no hay razón para dejar de explotar la opción que más ingresos genere, o sea la que menos gastos representa.

Quien realmente puede generar cambios por la vía más corta es el Estado.

3.1 Medidas para reducir las externalidades negativas

Debido a la gravedad y la malsana relación entre la actividad económica y el cambio climático, 195 países han acordado tomar medidas que reduzcan las emisiones de gases de efecto invernadero y la generación de residuos que afecten negativamente al medio ambiente para evitar que la temperatura global continúe aumentando desmedidamente y, así, evitar daños a la salud del ser humano y del ecosistema en general. Así se estableció en el llamado Acuerdo de París, un tratado que conminó a la mayoría de las economías del mundo (Acciona, 2019).

Entre los acuerdos firmados por los países pertenecientes a las Naciones Unidas está desalentar el uso de las bolsas de plástico, entre otros utensilios, que representan una amenaza para la flora y la fauna y constituyen una fuente de explotación de petróleo –cuyo procesado también contribuye al cambio climático–.

Los tratados, firmados en 2015, entrarían en vigor a partir del 2020.

México, siguiendo los acuerdos que se lograron a nivel internacional, comenzó por prohibir en la Ciudad de México, capital del país, que en los negocios locales se entreguen bolsas de plástico, envases de unicel o cubiertos de plástico, salvo en condiciones especiales donde se requiera salubridad (Sánchez Fermín, 2019). Se resalta la dependencia sobre los plásticos. En cambio, se le ofrece la posibilidad a los consumidores de transportar sus propias bolsas y sus propios recipientes, preferentemente multiusos.

La acción anterior ha abierto una ventana a alternativas de consumo y desencadenado una serie de propuestas por parte del mercado de productos para envasar y así poder acatar las medidas anti-plásticos.

3.2 Alternativas al uso de plástico

Las alternativas prometen ofrecer soluciones a la protección del medio ambiente, y bajo ese tópico, los productos alternativos a los de plástico deben ser sustentables, amigables con el medio ambiente –denominados a menudo con el anglicismo eco-friendly–.

Los productos que son amigables con el medio ambiente presentan varias o todas las siguientes características:

- Reducen la huella de carbono
- Están libres de componentes tóxicos
- Ahorran energía
- No contaminan el medio ambiente
- Son biodegradables
- Son reciclables y/o han sido fabricados con materiales reciclados
- Se fabrican a partir de cultivos ecológicos

Estas características cumplen con los objetivos perseguidos al prohibir el uso de plástico desechable.

Los productos que se desean reducir y/o eliminar se pueden resumir en tres tipos. Bolsas y popotes de polietileno de alta y baja densidad, y polipropileno; recipientes de poliestireno –unicel–, y botellas de PET.

3.2.1 Bioplásticos

Primeramente, entra como alternativa un nuevo tipo de plástico, sintetizado a partir de elementos biológicos; son llamados bioplásticos. Tienen como objetivo principal sustituir a las bolsas, popotes y utensilios de polietileno.

Los bioplásticos son elaborados con cultivos alimentarios como almidón de maíz, trigo, papas, jitomates, entre otros. Lo cual elimina el proceso de elaboración a partir de petróleo y permite que este elemento sea menos explotado. Además, eso los hace más fácil de degradarse que los plásticos convencionales (Farrás Pérez, 2019). Su uso se ve más orientado a la elaboración de productos como bolsas y recipientes para alimentos.

Los bioplásticos no ofrecen una solución a la contaminación debido a que, para que un bioplástico sea biodegradable es necesario someterlo a un proceso de compostaje en temperaturas entre 50°C y 60°C; de lo contrario, si es desechado sin cuidado –como sucede actualmente con cualquier otro tipo de plástico– terminaría siendo igual de perjudicial para la vida natural que cualquier otro tipo de desecho no biodegradable (Greenpeace España, 2018).

El hecho de que esté elaborado con insumos de cultivo solamente puede acarrear como consecuencia que cuando se tenga que producir en masa para satisfacer la demanda de plástico se requerirán muchos más recursos naturales para mantener los cultivos; además de que al poner más alimentos a disposición de la elaboración de estos materiales se estará restringiendo el consumo de productos alimenticios del campo por parte de la población, pudiendo llegar a provocar incluso una crisis alimentaria muy grave, teniendo en consideración el volumen de plástico que se requiere para satisfacer la demanda actual del mercado.

Otro tipo de nuevo plástico degradable es el Plástico de Ácido Poliláctico –PLA– que es un tipo de plástico que se denomina es oxodegradable. Este plástico no es totalmente biodegradable en condiciones normales, sino que necesita exponérsele a condiciones específicas de niveles de oxígeno y temperatura para que se desintegre. El problema es que se desintegra en microplásticos y ya se han dado a conocer los problemas que los microplásticos acarrearán.

La producción de PLA exige una renovación de la maquinaria para fabricar bolsas, popotes y empaques. En México se estima que renovar una planta de producción de poliestireno para producir PLA tendría un costo aproximado de 400 mdp (Drinktec, 2009).

En adición, el PLA es mucho menos resistente que el PE por lo que se necesitaría producir tres veces más masa de plástico para sustituir los productos de poliestireno.

3.2.2 Algodón y papel

Otra de las principales alternativas a las bolsas de plástico es la utilización de un polímero natural: El algodón.

Las bolsas de algodón tienen la ventaja de tener más de un uso, ser resistentes al peso debido a que las costuras con hilo unen los elementos de esta bolsa; como característica principal, son biodegradables. Si estas bolsas se desechan, no constituirían el mismo peligro que las de plástico para el medio ambiente (Sostenibilidad, 2019).

Actualmente son utilizadas por el público en general y son comercializadas en tiendas de autoservicio, lo que las hace accesibles.

Para transportar productos livianos se utilizan, en lugar de bolsas de algodón, las de papel, que al ser de papel están constituidas principalmente de madera, es decir, también son biodegradables.

Las desventajas de este tipo de bolsas no residen en su destino al ser desechadas, sino en el proceso de fabricación.

Para producir algodón es necesaria mucha agua, hasta 2,700 litros pueden ser utilizados para cultivar el algodón necesario para producir una sola bolsa grande de tela de algodón (BBC, 2019), lo cual supone un problema si lo que se busca es sustituir la actual producción de bolsas de poliestireno, supondría un gasto excesivo de agua. Aunque la producción de algodón puede ayudar a reducir la concentración de dióxido de carbono en la atmósfera, no se considera viable incrementar y explotar los cultivos de esta planta.

De igual manera, las bolsas de papel requieren, naturalmente, madera que es obtenida de los bosques. Replicar su producción para satisfacer las exigencias de bolsas actuales llevaría a una tala desmesurada de árboles, que si bien se puede resolver sembrando nuevos árboles en cada oportunidad que se tenga, los datos revelados durante los Tratados de París sobre la producción de dióxido de carbono sugieren que no es momento de explotar demás el

recurso natural de la madera. Necesitamos más árboles para reducir los niveles de carbono en la atmósfera.

Además de ello, la elaboración de papel requiere de químicos que al desecharlos pueden ser tóxicos, como el cloro, que sin el debido manejo pueden terminar contaminando. Pero si se tuviera una correcta gestión de residuos, no se hubiera llegado a este punto en primer lugar.

Producir bolsas de papel o algodón requiere además de cuatro veces la energía que se requiere para producir bolsas de plástico (Sostenibilidad, 2019). Sumándose que la masa del algodón y del papel es más densa, lo que se traduce en mayor requerimiento de energía para transportarlas.

Las bolsas de papel son tanto menos perjudiciales que las de algodón. Se ha estimado que para que el beneficio de sustituir las bolsas de plástico sea positivo, hay que reutilizar las bolsas de papel al menos 3 veces, y las de algodón, al menos 130 veces. De esta manera sería viable usar estas alternativas.

El problema es que las bolsas de papel son demasiado sensibles a la humedad, lo que puede llegar a provocar que no lleguen ni siquiera a soportar la segunda reutilización sin romperse. En cambio, las bolsas de algodón sí son durables y podrían alcanzar a ser utilizadas en su cuota de reutilización requerida, el problema radica en que es poco viable que se aumente la huella de carbono actual para cultivar su materia prima.

3.2.3 Cartón

Por el lado de la utilización del unisel se han propuesto algunas alternativas. Ya que el unisel es usado para transportar alimentos, se requiere que las alternativas procuren los mismos beneficios de usar ese material. En la entrega y transporte de alimentos elaborados, se propone el uso de embalajes de cartón.

Producir cartón supone multiplicar la producción de papel, porque de capas de papel es que está formado el cartón. Además, como en el caso del papel, el cartón es sensible a la humedad y es poco resistente, en comparación con el unisel cuando son expuestos a líquidos, lo cual supone que el cartón sea desechado en mayor medida que el unisel.

Por otra parte, el cartón no tiene las propiedades de aislamiento térmico que el unisel sí, lo cual quiere decir que transportar alimentos calientes no será viable mediante esta alternativa.

Y, como en los casos anteriores, transportar cartón requiere mucha más energía que transportar envases de unisel.

Además, dado que el unigel a menudo es utilizado para contener líquidos, no se ha encontrado alternativa más que seguir utilizando plástico, y reutilizarlo las más veces posibles. Aquí se entrevé que un sistema circular podría ofrecer la mejor de las alternativas al consumo actual de polímeros.

3.2.4 Vidrio

Otro de los envases desechables que más contaminan son los de PET, utilizados para conservar todo tipo de bebidas: agua purificada, bebidas azucaradas con o sin gas, infusiones, suplementos alimenticios. Los envases PET son uno de los instrumentos más problemáticos a la hora de ser desechados pues son uno de los más duraderos.

Alternativamente al uso del PET se ha propuesto que las empresas comercialicen sus bebidas usando mayoritariamente botellas de vidrio, como se hacía antes de la era del plástico —y se sigue haciendo aún en escalas menores—. Ya en el capítulo anterior se adelantó que el vidrio es aún menos biodegradable que cualquier plástico, es mucho más pesado que el plástico al que pretende sustituir (Vivir Sin Plástico, 2018). Una botella de PET de 500 mililitros de volumen pesa en promedio 8.7 g. mientras que una botella de vidrio del mismo volumen puede llegar a pesar hasta 514 g. por lo que es mucho más caro el transporte de vidrio que el de PET.

Si bien, los insumos del vidrio se encuentran fácilmente en la superficie arenosa del planeta, la producción de éste exige que se usen temperaturas superiores a lo 1,200°C (Pensemos Verde MX, 2018), siendo más altas incluso que las que se utilizan para producir aluminio. Esto supone un gasto de energía demasiado alto en comparación del plástico que usa gas licuado del petróleo, que libera menos energía.

La ventaja del vidrio es que no genera emisiones tóxicas al ser incinerado, pero no hay razones de peso para considerar que la energía usada para producir vidrio supere en beneficio al daño ambiental ocasionado por el PET.

Siendo así, para mejorar el impacto ambiental utilizando botellas de vidrio, se requerirá que ésta se utilice al menos tres veces y no se deseché para evitar la contaminación. Se sigue haciendo presente la necesidad de una correcta gestión de residuos, pero aún más se necesita el pensamiento de que el vidrio no debe ser un residuo.

Para mitigar el desecho del vidrio, muchas empresas reutilizan las botellas de vidrio en un modelo ya existente de economía circular en que cobran un importe al consumidor, adicional al que paga por consumir el producto que contiene la botella de vidrio, mismo que se remunerará una vez al cliente cuando retorne el envase a su lugar de expedición, dando así un incentivo a la población a no desechar este tipo de envases.

4. Futuro en la producción de productos sustentables

La economía no ha conocido un freno desde que comenzó la Revolución Industrial. Ni siquiera las grandes guerras o disputas por territorio y recursos, que han atentado contra la continuidad del desarrollo de la sociedad y la vida de los seres humanos, han dejado una lección significativa acerca de lo que realmente es importante para el desarrollo de cualquier sistema. La evolución de la sociedad en una sociedad de consumo ha permitido que los problemas negativos del consumismo nos sobrepasen y amenacen nuestro entorno natural y social.

La evidencia de que la dirección que lleva el proceso de producción actual nos está llevando al desastre es visible en todo el mundo, y la dificultad en la elección de estrategias para corregir el rumbo del ser humano apunta a que necesitamos cambiar algo más que los factores productivos, necesitamos repensar la manera en la que hacemos las cosas.

Es buen indicio que cada vez más familias y estudiosos del tema estén preocupadas por el medio ambiente, la conciencia acerca de las problemáticas que afectan a la comunidad pueden volverla más unida. Pero muchas veces los dirigentes del sistema económico pueden cambiar o crear preferencias en el consumidor final; por tanto, ellos pueden ayudar a resolver las problemáticas que parezca que vienen de los comportamientos del consumidor.

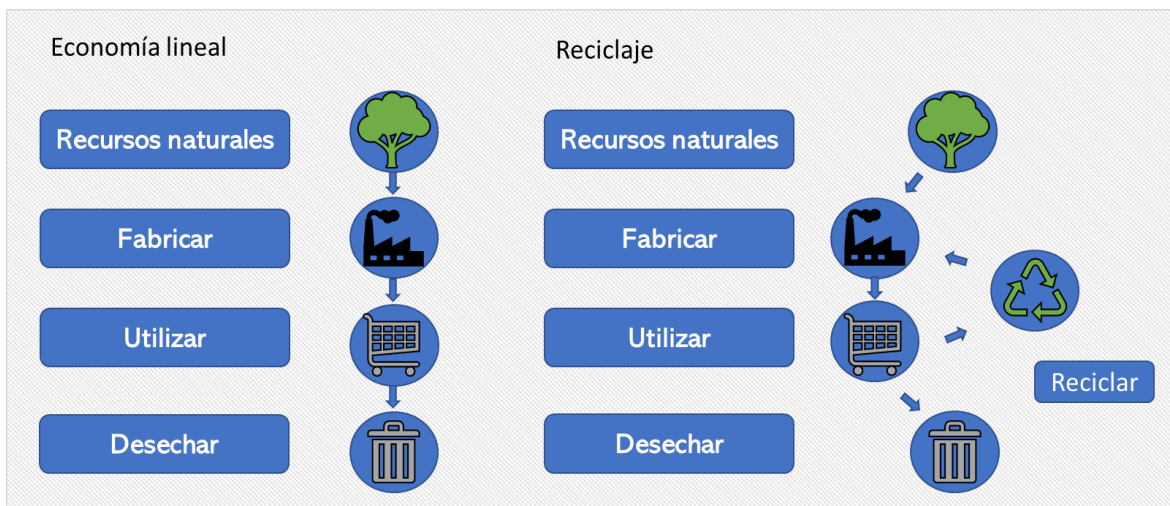


Ilustración 8 Diagrama de la reproducción básica de la economía lineal y del reciclaje
Fuente: Elaboración propia con datos de Ellen Macarthur Foundation y Fundación Ecolec

4.1 Economía circular

La economía circular es un concepto de un modelo de producción que busca la sustentabilidad y la minimización de costos, manteniendo el valor de los productos, los materiales y los recursos dentro de la economía durante el mayor tiempo posible, reduciendo al mínimo la generación de residuos (Ellen Macarthur Foundation, 2017); recurriendo al reciclaje en última instancia y sólo en caso de ser necesario.

Como se explicó al inicio de la investigación, la naturaleza funciona mediante ciclos que alimentan y retroalimentan todos los procesos que ocurren dentro del planeta. Organismos vivos se alimentan de lo que otros organismos desechan y la energía se conserva, perdiéndose únicamente aquella que cede ante la entropía (Lavoisier, 1789). Se pidió especial atención a la observación de que los ciclos ahí son, por naturaleza, circulares.

La manera en la que el modelo de consumo de la economía capitalista actual puede contribuir a la sustentabilidad es imitando la manera de comportar de la naturaleza. Los desechos que se generan en la fabricación del plástico no siempre pueden ser aprovechados por otros organismos, y la energía invertida en ellos se mantiene contenida en su masa y en los gases emitidos que sobrepasan la tasa de consumo de otros organismos. Hay que recordar que el dióxido de carbono es consumido por organismos como plantas y árboles para continuar su proceso de crecimiento, pero el exceso de CO₂ es contraproducente debido al efecto invernadero que causa, rompiendo la circularidad de los procesos y contribuyendo a la extinción de especies vegetales necesarias para la vida.

La economía circular nace bajo la necesidad de ahorrar energía y recursos. A grandes rasgos la economía circular busca, precisamente, emular el comportamiento de la naturaleza; siendo nosotros, los humanos, los organismos que consumen y devuelven recursos aprovechables para otros organismos —o por nosotros mismos—. De esa manera se reduce la negatividad de crear desechos.

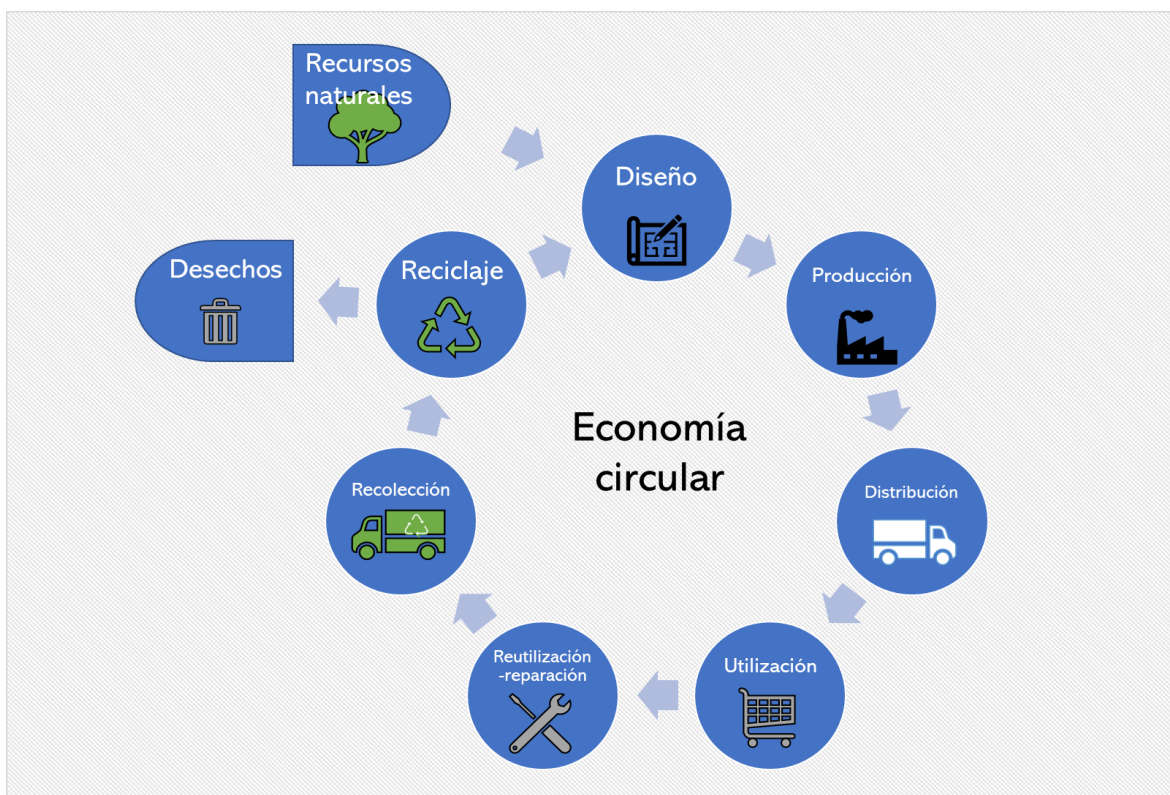


Ilustración 9 Diagrama del proceso de la economía circular

Fuente: Elaboración propia con datos de Ellen Macarthur Foundation y Fundación Ecolec

Como sugiere el título del libro de William McDonough, repensando la manera en la que hacemos las cosas (McDonough & Braungart, 2002), el modelo que puede representar una solución más próxima y lograr ser una solución a largo plazo –y no solamente una medida paliativa como lo es la prohibición de algunos plásticos– es la economía circular. William se centra en la producción de bienes manufacturados complejos como automóviles, los cuales en lugar de venderse pueden rentarse para que los vehículos no dejen de ser propiedad y responsabilidad de la empresa que los fabrica, pudiendo reutilizar los componentes de cualquier vehículo usado para fabricar uno nuevo en caso de ser necesario. Aprovechando los avances tecnológicos en materia de mecánica de materiales y energía, es posible reducir los costos totales a largo plazo. Así, para reducir las externalidades negativas de producir plástico, puede ser necesario producir más plástico en el corto plazo y reducir la posibilidad de que sea de un solo uso (Gray, 2018).

Mediante la economía circular se puede transformar el modo de producción y distribución utilizado por la industria del plástico que hasta el día de hoy ha seguido un modelo generalmente lineal en el que la generación de residuos es considerada como una etapa del proceso y sobre la cual solamente se controla la generación de residuos a partir de establecer una cuota de contaminación a cada empresa de la industria; modalidad que

solamente incentiva a que las empresas que puedan hacerlo, reduzcan sus emisiones de desechos para incurrir en el arbitraje y poder vender a otras empresas su derecho a contaminar (Varian, 2016). Hay varios pasos a seguir para lograr la sustentabilidad usando este modelo de producción y consumo,

4.1.1 Pasos de la economía circular

De momento se puede contribuir a la creación de productos en los que se aplique la economía circular para dejar de lado la producción lineal. Para poder implementar un modelo circular consideraremos varios puntos (Fundación Ecolec, 2020) (Universidad Politécnica de Madrid, 2020).

Diseño:

El diseño de los productos manufacturados debe dirigirse a la posibilidad de reutilización, pero también de reciclaje; es decir, se necesita crear un diseño inteligente que permita crear de nuevo un producto con el mismo fin que el anterior. Se debe considerar que deben ser reutilizables y que el material pueda ser reciclado para elaborar un producto similar al primero; integrando mejoras para poder ofrecer constantes innovaciones al producto que llamen la atención de los clientes.

En la gama de productos plásticos hay variedad de materiales que resulta difícil reciclarlos y otros que no. Habrá materiales que puedan estructurarse en capas gruesas para hacer productos duraderos y que incluso puedan ser reutilizados mediante la limpieza. Otros materiales, especial mención al PET podrán ser reciclados para transformarse en material virgen (Hora Cero, 2019).

Producción/Reelaboración:

Durante la producción se debe asegurar que se genere la menor cantidad posible de residuos puesto que el principal objetivo es evitar generar desechos.

Las emisiones de carbono por parte de la industria se verán reducidas una vez los envases y productos plásticos comiencen a seguir una ruta circular.

Transporte/Distribución:

Para permitir la circularidad de los productos es importante contar con el transporte necesario que distribuya productos a los puntos de venta y que recolecte los plásticos usados en caso de ser necesario. Es importante que sea accesible para todos y por ello se debe asegurar que llegue a toda la población.

Consumo/Reutilización:

Los consumidores deben tener en consideración que el producto va dirigido al cuidado ambiental por lo que se tiene que comprometer y saber que los plásticos sin uso van a ser devueltos para ser nuevamente diseñados/procesados. El cliente debe comprender la

importancia de la sustentabilidad, por lo tanto debe estar dispuesto a devolver el producto una vez que termine su ciclo de vida útil.

Recolección:

De igual manera se debe asegurar que al finalizar el ciclo de vida del producto, regrese a la empresa para ser procesado nuevamente. Así, la manera más factible de hacerlo es que la separación de desechos domésticos se haga por el usuario.

La recolección podría realizarse de distintas maneras, una de ellas es que un transporte recoja lo desechado como sucede con el actual proceso de recolección de residuos domésticos, a diferencia de que en este proceso la recolección no estaría a cargo del Estado. El principal problema con este tipo de recolección es que una sola familia no suele adquirir mercancías de una sola marca por lo que cada empresa de la industria debería tener su propio transporte o contratar a alguna organización que surja ante esta necesidad, provocando que pueda haber confusiones o imprevistos ante la existencia de más de un servicio de recolección para el usuario.

Otra de las maneras para la recolección es establecer puntos para ello en los centros donde el consumidor adquiere sus mercancías. Si fuera en grandes tiendas de autoservicio entonces ellos podrían acudir a devolver sus productos y envases vacíos cuando acudan a comprar nuevamente. En otras tiendas más pequeñas también podría implementarse este punto de recolección porque las compañías suelen surtir directamente de productos también a las tiendas dentro de las colonias urbanas y suburbanas.

Se invitaría a los compradores a participar en este tipo de modelo al facilitar que no tengan que acudir directamente a la empresa fabricante a entregar el producto desgastado, eso desincentivaría a los consumidores que consideren como desgaste o pérdida de tiempo el tener que acudir por cuenta propia a centros de recolección.

Tratamiento de fin de vida/ reciclaje:

Una vez terminado el ciclo de vida del producto y el proceso de recolección, este se destina nuevamente a producción; ya sea para reacondicionarlo con medidas que vayan desde la limpieza hasta la reparación. De no ser posible, se puede reciclar el material y generar un producto exactamente igual.

El director de Coca-Cola company dice que el problema con que las empresas continúen fabricando productos de plástico de un solo uso es que los consumidores continúan demandándolos (Entrepreneur Staff, 2020). Pero si hubiera un modelo que beneficiara a las compañías y atendiera las peticiones del público, y que además sea sostenible, podemos pensar en encontrar una solución a los males que la era del plástico ha traído consigo. Ahora hay razones para creer que ese modelo es el de la economía circular.

En países como Finlandia, Alemania, Dinamarca y algunas partes de Australia ya se están impulsando políticas más allá de la prohibición de plásticos de un solo uso (Gray, 2018).

La fracción de la industria que requiere inmediata acción es la de producción de envasados porque son los que generalmente no tienen más de un uso.

4.1.2 Implementación de la economía circular

Cada empresario puede tomar la iniciativa de implementar un modelo dentro de su empresa (Triquels, 2019), para ello es necesario contar con un equipo de expertos en el tema y gestionar correctamente sus recursos (Universidad Politécnica de Madrid, 2020); invertir más en capital fijo. El único límite para lograr la producción sustentable, amigable con el ambiente, es la voluntad del productor; también lo es su incentivo para mantener ciertos costos. Es posible que la competencia y los precios de otras empresas de la industria no sean el mejor incentivo para iniciar un nuevo emprendimiento pues la economía circular no tiene muchos antecedentes; después de todo, a ningún inversionista racional le gusta el riesgo.

Para que una industria entera tenga que implementar un nuevo modelo de producción que beneficie al medio ambiente se necesita la evidencia de que el anterior modelo de producción no es bueno para el ambiente, pero también se necesitan leyes y normas. Lo primero ya existe con un 90% de certeza y lo segundo es lo que se necesita ahora en la mayor parte de economías.

Crear políticas públicas e implementar el modelo circular requiere aumentar la inversión, pero también aumentará el empleo al añadir pasos al proceso productivo. Tanto gobierno como empresas necesitan invertir en infraestructura, recursos humanos y maquinaria. Si el gobierno impulsa la prohibición de plásticos mucho tiempo estará dando a entender que es más fácil prohibir productos que impulsar la educación de los consumidores y poner normas aparentemente más restrictivas al sector privado.

Si se llegan a impulsar políticas de este tipo las empresas tendrán que considerar que no se contemplan pérdidas financieras una vez que la infraestructura y el capital fijo esté dispuesto. Al final de cuentas la industria privada es fuerte y competitiva, si son capaces de encontrar el método para fabricar bioplásticos también serán capaces de crear un diseño más inteligente de productos. En el Foro Económico Mundial se estimó que, si se aplicara este sistema en todo el mundo, los costos por empacar alimentos pueden reducirse en, al menos \$8,000 millones de dólares cada año (PlasticsEurope, n.d.).

De igual manera, las leyes públicas contemplan el actuar de los consumidores a quienes, más allá de amenazar con sanciones, se les debe educar para comprender la gravedad de la situación ambiental actual. Programas para la protección del medio ambiente que incluyan mejores programas de educación en escuelas es necesario.

En el caso de los productos plásticos que se ha buscado prohibir se puede considerar lo siguiente:

Bolsas de plástico

Poniendo el ejemplo de las bolsas de plástico que se usan mayoritariamente en las tiendas de autoservicio, mediante la propuesta del nuevo modelo podría ofrecerse a los consumidores un producto que mantenga en ellos la responsabilidad social de no generar desechos innecesarios. Se podrían producir mejores bolsas, con estructuras más fuertes, similares a las de algodón analizadas anteriormente, pero siendo más baratas de producir y teniendo la posibilidad de reutilizarla muchas más veces que aquellas de algodón. Este tipo de bolsas ya se encuentran en el mercado actualmente pero su uso no es generalizado y, de hecho, dejaron de ser utilizadas por la mayoría a partir de los años ochenta; y en los casos en los que sí se les usa, suelen ponerse dentro productos en bolsas de un solo uso, volviendo inútil el beneficio al medio ambiente que usar bolsas resistentes suponía.

En una tienda como ULINE que ofrece productos plásticos de embalaje al público mexicano se pueden encontrar bolsas de polietileno de baja densidad con asa –coloquialmente denominadas bolsas tipo camiseta–, con una cantidad nula de material reciclado (Uline, n.d.). Calculando los precios individuales a partir del precio total se obtiene que cada bolsa tiene un precio aproximado de \$1.27 MXN, incluyendo gastos de administración y envío. Cabe mencionar que las bolsas analizadas en este mercado son de una calidad ligeramente superior al promedio; además cada bolsa pesa aproximadamente 5 gramos.

Se estima que, tan sólo en la Ciudad de México, cada habitante desecha 150 bolsas de plástico al año, lo cual supone un desecho de 1,350 millones de bolsas. Si cada habitante tuviera que pagar sus bolsas al precio de ULINE estaría desechando el valor de 190 pesos. 190 pesos al año es un precio muy bajo para cualquiera, incluso para quien sea remunerado solamente con el salario mínimo. Pero si sumamos el precio por tirar bolsas de todos los habitantes se calcula que estaríamos tirando el equivalente a 1,714 millones de pesos.

Es por lo anterior que los consumidores no otorgamos valor a nuestros desechos de polietileno, porque el costo económico de desecharlas es despreciable. Y es por ello, también, que la responsabilidad se debe compartir con los usuarios.

Si comenzamos a usar bolsas de malla de polietileno, poliamidas o polipropileno para transportar productos cotidianos, podemos reducir los costos a la vez que los desechos; las bolsas de malla de plástico son mucho más resistentes que las convencionales. La tienda Ecoplásticos Abastos ofrece este tipo de productos. Una unidad de una bolsa de malla de poliamidas con capacidad de 15,000 cm³ –equivalente a 15 litros– tiene un precio al público mexicano de 41.5 pesos (Ecoplásticos Abastos, n.d.) y, por sus propiedades, se prevé que esta bolsa no tendrá que ser desechada en al menos 50 años, con un uso correcto. Si las bolsas desechables fueran sustituidas con este tipo de bolsa, y todas tuvieran el periodo de vida que se espera de ellas, se dejarían de desear 150 bolsas por habitante y los 1,714 millones de pesos tirados cada año en bolsas en la CDMX se convertirían en 1 millón 100 mil pesos. En este escenario se tiene que suponer que las bolsas desechables tampoco son usadas para manejar otros residuos.

Este tipo de bolsa puede pertenecer siempre a los usuarios, utilizarse para transportar otros bienes y lavarse con cualquier producto de limpieza seguro para plásticos, en caso de

resultar necesario. El polietileno recién producido puede garantizar su inocuidad. Su utilización puede ser incentivada por la prohibición generalizada a adquirir y desechar bolsas desechables, y aún las bolsas de bioplásticos.

Popotes de polietileno y polipropileno

Los sumerios crearon los popotes para beber cerveza y poder filtrarla de la cebada que era utilizada en el proceso de su elaboración (Reyes, 2018). Esos instrumentos eran de origen totalmente vegetal pero lucían de una manera similar a la de los popotes de polietileno usados en la época actual. Aún en algunos países del sur de América se utilizan utensilios para filtrar hierbas de infusiones al momento de beberlas; cabe mencionar que el utensilio utilizado en estos casos está hecho de metal y es reutilizable.

En la actualidad los popotes comunes y corrientes no sirven para filtrar líquidos. La adaptación del antiguo utensilio egipcio se usa porque se cree que de esta manera es más higiénico beber líquidos de un vaso, evitando el contacto de la boca de los usuarios directamente con el vaso. Sin embargo, no hay evidencia que sugiera que utilizar un popote de polietileno elimine cualquier riesgo de beber de un vaso que no esté limpio en un rango seguro para la salud humana; ya que, si un vaso estuviera contaminado, el líquido contenido se contaminaría al entrar en contacto con él; y un popote transportaría el líquido ya contaminado (SEMARNAT, 2018), volviendo innecesario su uso.

No existe razón para el uso de los popotes salvo la de que un determinado consumidor padezca alguna condición que le imposibilite sostener envases debidamente.

El uso de popotes se está reduciendo y se espera que su prohibición establecida en los Tratados de París reduzca la producción de estos en materiales poliméricos no biodegradables (Gray, 2018). Ya que su uso responde mayoritariamente a razones que se consideran caprichosas por parte de los consumidores, dejar de utilizarlos no afectará significativamente la cantidad de consumo de sus bienes complementarios.

Por supuesto que algunas excepciones pueden ser aplicadas a personas que requieran usar popotes. El uso de popotes reutilizables puede establecer una solución ya que, aunque son más caros de fabricar porque se crean usando acero o aluminio, la disminuida demanda de los mismos no significará una sobreexplotación de recursos minerales.

Embalajes de unicel

El unicel es uno de los materiales más utilizados en la industria alimentaria y en la construcción. Tanto el poliestireno expandido como el extruido son beneficiosos para mantener la temperatura en un sistema físico cerrado; sin embargo, a diferencia de la industria de la construcción, en la industria alimentaria los sistemas cerrados son relativamente efímeros.

Dicho de otra manera, los edificios que contienen estructuras de unicel para mejorar el aislamiento térmico de su habitáculo las contendrán durante toda su existencia debido a

que no hay necesidad de reemplazar el material polimérico. En la industria alimentaria los desechables de unigel son utilizados para conservar la temperatura y otras propiedades de los alimentos durante su transporte; cuando el producto llegue al consumidor final, el producto será expuesto y el contenedor se volverá esencialmente inútil.

En la industria alimentaria existen dos principales mecanismos en los que el unigel participa:

- Cuando los alimentos son transportados desde el productor o proveedor hasta las cocinas o los mercados
- Cuando los restaurantes y negocios de comida proveen al cliente de comida para transportar a su hogar o a donde el consumidor lo decida

Como se mencionó en el capítulo dos, el unigel constituye uno de los elementos más peligrosos en los plásticos contaminantes. Mediante el mecanismo de entrega de alimentos es como se llega a la situación peligrosa de tirar estos desechables. Es por ello por lo que en ciudades como la de México y la de Nueva York se ha prohibido la entrega de alimentos cocinados en desechables de este material, pero aún queda el uso de unigel por parte de empresas distribuidoras. Se estima que en el país se producen 125 mil toneladas de este material y que el 25% es destinado a productos desechables para la industria alimentaria; el resto está destinado a la construcción y el embalaje (UNAM, n.d.), que aunque también es dañino y desechable, no se cuantifica dentro de los productos desechables.

El unigel es perfecto para transportar comestibles debido a que no guarda olores y es inocuo. Transportarlo es ideal por su gran ligereza; el unigel es 95% aire.

Actualmente, el unigel que puede ser reciclado, aquel que contiene un código de identificación con tres flechas, puede ser llevado a un centro de reciclaje. Se han identificado 3 en la zona centro del país: uno en la colonia Santa María Insurgentes en la alcaldía Cuauhtémoc de la Ciudad de México (Tecnologías Rennueva, n.d.), otro en San Juan en el municipio Tultepec del Estado de México (Gobierno de Tultepec, 2019) y otro en el parque industrial Atlacomulco, también en el Estado de México (Dart, n.d.). Para que el unigel fuera reciclado, el consumidor tendría que transportarse a cualquiera de esos tres puntos. Si el material expandido se desecha, el servicio de limpias y manejo de residuos no se encargará de llevar el material a los centros de reciclaje. El problema entonces cae en el poco incentivo que tienen los consumidores para reciclar dado el esfuerzo que tienen que hacer para trasladarse junto con sus desechos en lugar de esperar al servicio de limpias justo fuera de sus hogares; y la baja o nula responsabilidad social de las empresas productoras —y los negocios de comida que entregan desechables— de poliestireno expandido.

Aún en el caso en que se logre reciclar la mayoría del unigel en estas plantas, la solución al problema de consumo lineal no estaría cerca; pues, aunque sea reciclado, el unigel no vuelve a usarse para formar contenedores iguales, sino que se transforma en poliestireno

—sin expandir— usado para crear otros productos plásticos, de cualquier variedad y para uso doméstico, que no podrán volver a tener contacto con alimentos.

Si hacemos un análisis de igual tipo que el de las bolsas de plástico, consultando precios de mayoreo en Uline (Uline, n.d.), podremos ver que un vaso de unice1 de 16 onzas de capacidad pesa tan sólo 4 gramos y tiene un precio de \$1.21 MXN. Si todo el unice1 desechado de la industria alimentaria al año en México —7,812.5 toneladas— contuviera solamente estos vasos —y si todos pagáramos los vasos a precios de mercado en Uline— estaríamos tirando el valor de 9 mil 453.125 millones de pesos entre 126.2 millones de habitantes. 75 pesos al año por persona. De nuevo, un gasto despreciable.

En la misma tienda se encontró un contenedor de poliestireno expandido, con una capa más gruesa y una capacidad de 717.75 pulgadas cúbicas —aproximadamente 11.76 litros— a un precio de 128.7 pesos por unidad (Uline, n.d.). Dicho contenedor tiene beneficios potenciados del unice1, es más durable por su grosor, aún es a prueba de goteos y es aislante térmico. Tanto bebidas y alimentos como suministros médicos pueden ser transportados en estos contenedores y conservar su temperatura por mucho tiempo; dada la durabilidad de este tipo de contenedores, no tendrían que ser desechados en el periodo posterior inmediato a su utilización. Aunque los alimentos tengan que ser puestos dentro de bolsas refrigerantes isotérmicas para garantizar la sanidad, con la ayuda de las propuestas de la economía circular se pueden idear productos nuevos que continúen garantizando la sanidad e inocuidad, y que no tengan que ser desechados.

Quizá un contenedor de poliestireno expandido grueso con una capa interna de poliestireno sin expandir que pueda ser fácilmente desinfectado cada vez constituya una solución a los desechables de unice1; y quizá en otro proceso de servicios este tipo de productos pueda ser utilizado permanentemente por las distribuidoras de alimentos, de manera que dicho artefacto pertenezca a las empresas y sea responsabilidad suya, tanto como la de los comercios, conservar esos contenedores para evitar que se vuelvan residuos; pudiendo colocar alimentos dentro varias veces.

Si una empresa suministra, por ejemplo, pescados a una cadena comercial durante n periodos, tendría que realizar n viajes redondos para llevar los pescados y luego volver a la planta. Bajo un esquema circular y con un tipo de contenedor como el descrito en el párrafo anterior, esta empresa podría llevar los pescados a la cadena comercial y, a partir del segundo viaje, acudir a entregar nuevos pescados y recoger los contenedores vacíos que contenían los pescados en el primer periodo y que fueron vendidos a los consumidores. Luego de recoger los contenedores vacíos se llevarían a la planta productora y se reacondicionarían desinfectándolos fácilmente gracias a la capa de plástico interna.

De igual manera los consumidores podrán poseer contenedores similares que le permitan transportar alimentos de la cadena comercial a su hogar y regresar con contenedores vacíos y limpios para comprar de nuevo.

Sobre el producto ideal para realizar este proceso de forma sustentable podemos dejar la tarea del diseño a las empresas del plástico. La industria privada siempre encuentra la manera de innovar.

Botellas PET

Aplicando el modelo circular para las botellas PET se puede sugerir que las botellas sean hechas con más masa de PET que permita que estos objetos sean más durables y que sean rellenables por las fábricas. Incluso se pueden reciclar estas botellas que, se calcula, pueden ser reutilizadas hasta 50 veces antes de necesitar ser desechadas debido a que la inocuidad del PET se puede perder tras el tratamiento de limpieza que pueda serle dado. Con la aplicación del PLA se puede aumentar el ciclo de reutilizado del PET y, aunque el uso de PLA suponga un aumento en el costo de producción, éste será mitigado con la cantidad de veces que será reutilizada una sola botella.

A estas medidas se le pueden encontrar puntos negativos como que la fabricación de este tipo de envases cuesta 5 veces más de lo que cuesta producir una unidad en el sistema tradicional (Ricardo, 2019). No obstante, la tecnología actual permite que valga la pena fabricar PET y recuperar las botellas usadas porque ahora se puede reciclar utilizando 55% menos de energía de la que se usa para fabricar botellas desde cero (Hora Cero, 2019). Además, el proceso de reciclado más moderno utiliza una cantidad mínima de agua, la cual también puede ser tratada para aprovechar la energía química contenida en los sedimentos resultantes del proceso.

En la actualidad se puede observar una disposición por algunas familias a separar el PET de su basura; incluso la gente en una situación de vulnerabilidad o pobreza extrema suele dedicarse a recolectar estos envases vacíos de la calle y los basureros. Se debe, precisamente, a que el PET usado tiene un valor económico. Actualmente existen centros de reciclaje que reciben desechos metálicos a cambio de un pago a precio de mercado; también suelen recibir PET. Los centros de reciclaje pagan en promedio entre 4.50 y 7.00 pesos por cada kilo de botellas vacías (Supraciclaje, 2020), suficiente para incentivar a su recolección por parte de algunos. Esto es muestra de que otorgarle valor a los desechos funciona para permitir el funcionamiento de la economía circular.

En apoyo a lo anterior, PetStar y ECOCE han firmado un acuerdo con la industria refresquera mexicana para promover el funcionamiento de la economía circular y el reciclaje de PET. En México se ha logrado reciclar el 60% de las botellas desechadas gracias al liderazgo de la ONU en el Acuerdo Global de la Nueva Economía del Plástico (Redacción Animal Político, 2020). Esta es la dirección correcta para evitar que los plásticos lleguen a nuestros suelos y nuestros mares. Así lo refiere una de las ecologistas más importantes en la Investigación Antártica Británica, Claire Waluda (Waluda, Cavanagh, & Manno, 2018).

4.2 Empresas y economía circular

Los nuevos modelos de producción basados en la sustentabilidad son atractivos a la gente preocupada por su entorno y la calidad de vida de la sociedad, las empresas tienen una oportunidad de marketing al incursionar en un mercado pensado para mejorar los aspectos que las empresas altamente contaminantes no han mejorado. En este sentido, si las empresas se ven incentivadas a mejorar sus procesos de producción será mucho más fácil mover a la economía hacia un campo mucho más saludable.

Ha habido muchas empresas que han comenzado a innovar en cuanto a productos y servicios sustentables. Algunas llevan luchando desde la década pasada para permanecer activas y luchar contra la contaminación ambiental, otras han sido motivadas por la reciente y creciente actividad del activismo ecológico. *The Circulars* es un programa de premiación organizado por el Foro Económico Mundial, se encarga de buscar y reconocer empresas que cumplen los objetivos de la economía circular y en 2019 se premiaron a 11 empresas PyMES de todo el mundo por sus esfuerzos para ofrecer productos y servicios sustentables (The Circulars, 2019). Su manera de producir puede ser un modelo para otras empresas, y ese es el objetivo del Foro Económico Mundial al dar a conocer la acción de estas once empresas.

Winnow

Es quizá la empresa con mayores avances tecnológicos de la lista; ha logrado crear un medidor de basura, similar a los medidores de electricidad o de agua. La empresa Winnow utiliza cámaras con inteligencia artificial para analizar la basura y determinar qué de ella son alimentos en buen estado; además calcula los costos de lo que se está tirando a la basura y permite tomar decisiones con base en ello. Esto para disminuir el desperdicio de alimentos que se da en muchos restaurantes alrededor del mundo. Se estima que en 2019 los clientes de Winnow han podido ahorrar 25 millones de dólares (Winnow Solutions Limited, 2020), y el objetivo de la empresa es que, para 2025, se ahorren al menos 1,000 millones de dólares por año.

DyeCoo

Es una empresa dedicada al teñido de productos textiles; a diferencia de las demás, esta empresa no utiliza agua o productos químicos complejos en su proceso productivo. Lo que esta empresa utiliza es dióxido de carbono altamente comprimido al punto en que casi pierde sus propiedades gaseosas para fundir la tintura que se utiliza en el teñido (DyeCoo, 2020). El resultado de los colores que se producen aquí es altamente competitivo y satisfactorio, sin mencionar que el dióxido de carbono puede ser utilizado una y otra vez sin tener que desecharlo.

Close the Loop

En Australia, el desecho de insumos computacionales constituye un grave problema de contaminación por los residuos plásticos. Close the Loop toma esta basura y la mezcla con asfalto y vidrio reciclado para crear material que se usa como superficie para construir carreteras.

Se calcula que las carreteras creadas con este material son más durables que las tradicionales hasta en un 65% y las cantidades de plástico que recicla son impresionantes. Un kilómetro de carreteras Close the Loop equivale a usar 530,000 bolsas de plástico, 168,000 botellas de vidrio y el residuo de 12,500 cartuchos de impresoras (Close The Loop, 2020).

Enerkem

Esta empresa cuenta con tecnología capaz de extraer el carbono de la basura doméstica y producir biocombustibles como metanol y etanol, entre otros productos. Como ejemplo del buen funcionamiento de esta iniciativa está la ciudad Edmonton que, gracias a esta empresa, reutiliza el 9% de sus residuos y se ahorra el uso de más de 100,000 toneladas métricas de vertederos por año (Enerkem Inc, 2020).

Schneider Electric

Esta empresa se especializa en la gestión y automatización de energía eléctrica en los edificios. Es especialmente útil para las fábricas y plantas productoras como para hospitales o edificios públicos. La manera en la que esta empresa utiliza la economía circular es arrendando sus productos en lugar de venderlos.

Schneider Electric es uno de los más grandes ejemplos del empleo de la economía circular y su presencia en más de 100 países –incluido México– es indicio de que es una empresa exitosa.

Esta empresa provee productos innovadores y tecnológicos, y además ofrece servicio de mantenimiento; una vez que algún cliente deja de utilizar sus productos, los devuelve a la empresa y ésta los reacondiciona, utilizando siempre materiales reciclados o reciclables, para que estén disponibles de nuevo.

Se estima que entre los años 2018 y 2020 se ahorraron 100,000 toneladas métricas de insumos para producir plástico (Schneider Electric, 2020).

Cambrian Innovation

La compañía estadounidense trata las aguas residuales de fábricas y separa los productos químicos presentes en ella con el empleo de la energía eléctrica. La energía la puede obtener del biogás que extrae del agua contaminada y de esta manera se aprovechan al

máximo los recursos y se evita contaminar otras áreas. Actualmente la empresa provee 300 millones de litros de agua limpia cada año (Cambiran Innovation, 2020).

Lehigh Technologies

Otra compañía estadounidense que recicla elementos usados. Esta empresa convierte llantas y otros residuos de caucho en polvo micronizado, este polvo puede utilizarse para producir nuevos neumáticos, asfalto o hasta materiales de construcción de bajo costo (Lehigh Technologies, 2020).

HYLA Mobile

HYLA es una empresa que trabaja para la mayoría de las empresas productoras de dispositivos móviles como smartphones o tablets (HYLA, Inc, 2020). Esta empresa reutilizando los componentes antiguos de celulares usados para utilizarlos en nuevos dispositivos. Los propios usuarios pueden vender sus antiguos celulares para contribuir a este proceso circular.

Reutilizando 50 millones de dispositivos móviles han logrado generar 4,000 millones de dólares y se calcula que con esa cantidad de dispositivos reciclados se han evitado 6,500 toneladas de desechos.

TriCiclos

Es una empresa chilena que se dedica al reciclaje. Su objetivo es disminuir los desechos no-biodegradables y ahora cuenta con la red más grande de estaciones de reciclaje. Esta empresa recoge residuos de donde se pueden rescatar materiales y los cataloga para posteriormente venderlo como insumo a otras empresas (TriCiclos do Brasil, 2020). Con esta red de reciclaje se han evitado 33,000 toneladas métricas de desechos y más de 140,000 toneladas métricas de gases de efecto invernadero.

Miniwiz

En esta compañía se utilizan los ideales antiguos de reutilizar los materiales de los productos en lugar de desecharlos, con la diferencia de que se emplean ingenieros altamente capacitados para descubrir nuevas formas de utilizar los materiales. A día de hoy, una planta de reciclaje de esta empresa es capaz de convertir 50 kilogramos de botellas PET cada hora en un material de construcción, utilizando nada más que energía solar (Miniwiz Co., 2020).

AB InBev

Es la primera cervecera en declarar que todos sus productos se venderán en envases retornables o hechos de materiales reciclados. Además, busca utilizar los desechos alimentarios de granos, que se usan en el proceso de elaboración de la cerveza, para crear

nuevas bebidas con propiedades nutricionales, y de esta manera reducir los desechos orgánicos y, con ello, el desperdicio de energía (Anheuser-Busch InBev, 2020).

4.3 Multinacionales contaminantes ante el cambio

Como se enlistó, las empresas productoras de bebidas son las que más producen envases desechables que contaminan el ambiente; destacando por sobre todas, Coca-cola co. Como es de esperarse, las empresas se rehusarán a perder su bandera de líder, y ya que tienen el liderazgo, son elementos clave para impulsar el desarrollo de modelos comerciales innovadores, es por ello que no han tardado en pronunciarse para revelar las medidas que planean llevar a cabo ante la crisis climática global.

Unilever anunció una asociación con otras empresas para implementar una tecnología que convierte los residuos de PET en un material virgen para elaborar nuevos envases que pueden ser usados en alimentos. La tecnología ya ha sido probada y es capaz de transformar las botellas de PET, aún con sus brillantes colores, en material virgen transparente. Esto es un avance importante.

Aún falta que la tecnología se aplique a nivel industrial pero se estima que todos los envases de plástico de Unilever serán reutilizables, reciclables o compostables para el año 2025.

Coca-Cola también tiene una estrategia que avanza en el mismo sentido que la de Unilever, buscando rediseñar sus envases. Anteriormente, en 2009, han llevado a cabo una campaña de rediseño de envases exitosa al presentar una botella fabricada hasta en un 30% de material vegetal. Esta vez Coca-Cola busca que sus envases sean reciclables. Pero además, James Quincey, CEO de la empresa, anunció su compromiso por recuperar el 100% de los envases fabricados por Coca-Cola resaltando el pensamiento de que una economía sustentable es donde existe el compromiso de disminuir los residuos a nivel global. Se calcula que actualmente la empresa es capaz de recuperar el 59% de sus envases.

Adicionalmente, estiman que para 2030, en el sistema de fabricación se puedan crear botellas con hasta 50% de contenido reciclado, reposicionando así los estándares globales de producción industrial.

Otra de las gigantes empresas en anunciar la corrección de su proceso productivo es la empresa de cosméticos Natura. De hecho, esta empresa brasileña fue una de las primeras en abordar el tema del reciclaje, desde 1983 lleva haciéndolo. Fue la primera empresa en lanzar al mercado productos cosméticos con repuestos y ahora planea llevar ese sistema a todos los productos que ofrece. También busca sustituir materiales poliméricos por otros de origen vegetal como la caña de azúcar.

Es, sin duda, un gran aliento conocer empresas y empresarios que se esfuercen y busquen el beneficio del ambiente, el crecimiento de las finanzas sostenibles es muestra de que la economía puede ir en la dirección correcta; la cooperación de las empresas con el medio ambiente ha representado una inversión de más de 12 billones de dólares, tan sólo en Estados Unidos (US SIF Foundation, 2019). Muchas opciones están saliendo al mercado

financiero para que los inversionistas puedan contribuir a las empresas socialmente responsables; las continuas campañas en favor del medio ambiente favorecen la preferencia por instrumentos financieros que ayuden a estimular el crecimiento y desarrollo económicos, desde una perspectiva de sustentabilidad.

4.4 Finanzas sostenibles

El aumento de empresas socialmente responsables y de la preocupación general por la sostenibilidad de la economía y el ambiente han movilizadado al mundo financiero a buscar proyectos que tengan futuro en lograr un bienestar económico, social y ecológico para invertir en ellos. Mediante las finanzas sostenibles los inversionistas pueden tener mayor seguridad en que su dinero servirá para crear un mejor futuro, y el mejor futuro de las empresas le traerá mayores remuneraciones a ellos.

La manera en que los gestores de instrumentos financieros eligen proyectos que cumplan los requisitos para considerarse finanzas sostenibles es mediante los criterios ASG: ambientales, sociales y de gobernanza corporativa.

- **Ambientales**
Son los aspectos con los cuales la empresa contribuye de manera positiva al ambiente con el ahorro de recursos y la mínima emisión de gases contaminantes.
- **Sociales**
Considera el impacto que tiene el proyecto en el ámbito de la educación y los derechos sociales tanto de los trabajadores como de los consumidores.
- **Gobierno corporativo**
Se busca que las empresas en las cuales se invierten fondos sean dirigidas por elementos con valores, educación y buena voluntad, que tengan transparencia y encaminen al proyecto a lograr los dos primeros criterios.

Las empresas que participan con modelos como el de la economía circular son consideradas para los fondos de inversión con criterios ASG. De esta manera la población en general también puede ayudar a la sustentabilidad mediante el uso de recursos financieros.

El equipo de la empresa gestora de inversiones, BlackRock, ha comenzado a difundir el empleo de las finanzas sostenibles en Estados Unidos y en México. Su objetivo es que las familias conozcan este tipo de inversiones y el fondeo para los proyectos verdes aumente.

Conclusiones

Es, sin duda, abrumador darse cuenta de lo cerca que está nuestro mundo de la insostenibilidad y nuestra sociedad de la extinción. Los datos recopilados apuntan a que los humanos somos responsables de casi toda la contaminación a la atmósfera, y definitivamente completamente culpables de la contaminación por plásticos.

Se comprobó también que la contaminación de polímeros no biodegradables es responsabilidad de todos los actores en todos los estratos sociales; después de todo, lo que une a toda la sociedad es la capacidad creativa individual y el deseo de bienestar —los únicos recursos que no se pueden extraer de la naturaleza—. La inteligencia y el instinto de supervivencia de los seres humanos nos da la capacidad de diseñar sistemas de gestión de recursos para distribuirlos de manera que nuestra estancia en el mundo sea más cómoda, el capital nos da la capacidad de hacerlos realidad. La creación de las industrias son prueba fehaciente de ello. La industria moderna del plástico ha logrado abaratar costos y crear productos tan baratos y útiles que no importa cuántos compremos y tiremos, tenemos la ilusión optimista de que nunca se van a acabar. El proceso de producción de esta industria resulta ser satisfactorio a la vez que contaminante. Si queremos lograr la verdadera sustentabilidad y prolongar la existencia de nuestra especie es necesario rediseñar los procesos productivos y distributivos que nos han traído a un escenario de desasosiego.

No se puede abandonar la producción de plástico todavía, el mundo aún es un lugar donde hay agua y oxígeno; los consumidores, los empresarios y los gobernantes pueden seguir obteniendo recursos económicos y financieros para continuar disfrutando la utilidad de todo lo que se pueda pagar con ello. Lo que significa que la producción industrial no va a cesar mientras la comodidad que crea no se termine.

Los que sí se preocupan por el futuro y la sostenibilidad ambiental tienen que luchar contra los ideales dañinos. Por fortuna también existen gobernantes y empresarios líderes que

muestran, precisamente, esta preocupación. Se ha logrado la cooperación de más gente y más gobernantes para prevenir una catástrofe climática.

Es normal que se tomen medidas preventivas –punitivas para algunos– como prohibir el uso de algunos productos de plástico, la desinformación general es también uno de los culpables del mal comportamiento de algunos consumidores y productores. Sin embargo, tanta es la utilidad del plástico –o nuestra capacidad creativa aún no está lo suficientemente desarrollada– que inmediatamente se busca sustituir estos productos con productos lo más parecidos posibles. También es válido decir que el desarrollo de la mayoría de las ciudades aún no cuenta con infraestructura eficiente para tener un tratamiento adecuado de los residuos y por ello es más fácil tomar esas medidas de pánico.

Los sustitutos del plástico que están formados con materia vegetal biodegradables no son la mejor solución en este escenario porque incluso la materia vegetal está amenazada gracias al cambio climático creado por la contaminación. Además tampoco es momento de aumentar el consumo de agua para realizar cultivos que se destinarán a crear productos que terminarán en la basura más temprano que tarde.

Desde el ámbito económico es posible una solución sustentable en la industria global del plástico creando nuevos productos rediseñados. La mejor alternativa es acudir a la economía circular. En los datos expuestos en el último capítulo se observa que agregar pasos al modelo de producción aumenta la vida útil de los productos que se pueden comercializar o usar para continuar permitiendo el desarrollo de industrias como la alimentaria, la de construcción y la de la medicina. Aunque los costos de producción aumentarán en el corto plazo porque tiene que aumentar la inversión, esta opción establece la solución más viable en favor de la utilidad del consumidor y del bienestar ambiental.

Mediante la economía circular no se castiga a la industria ni al ambiente. Lograr aplicar un nuevo modelo de producción es un reto, todos los agentes tenemos que cooperar en pos de una mejor calidad de vida para nosotros y para las generaciones venideras, pero sin duda es más fácil lograr la cooperación y la adaptación al cambio restringiendo algunos comportamientos en el desecho en lugar de completamente prohibir tener productos útiles. También se incentiva a los que buscan mejorar sus finanzas a participar en este tipo de proyectos mediante las finanzas sostenibles.

Los inversionistas comienzan a tener mayor sentido de la responsabilidad en tanto nuestro mundo se destruye; ya sea por el escarmiento y el miedo de volver a sufrir crisis financieras que nos hagan perder nuestros hogares o pagar los crímenes de los banqueros, o también sea por la preocupación de comenzar a experimentar crisis climáticas con consecuencias que en un momento lleguen más pronto de lo que un envase de plástico tarda en llegar a nuestras manos.

Si queremos seguir disfrutando de largos paseos en nuestros automóviles, recorriendo kilómetros de espacios abiertos respirando aire limpio, observando un hermoso paisaje, ya sabemos lo que se tiene que hacer.

Referencias

- Acciona. (2019). *Sostenibilidad Para Todos*. Recuperado de https://www.sostenibilidad.com/cambio-climatico/acuerdo-de-paris-en-que-consiste/?gclid=Cj0KCQjwgJv4BRCrARIsAB17JI7Nc3rxPoh-K4GO6jdKnUocnqQ8h6UzYMKx_SxU3atxYtDjujH0JI4aAowpEALw_wcB
- Allcot Group. (2018). *Allcot*. Recuperado de <https://www.allcot.com/huella-de-plastico/>
- AmapolaBio. (3 de Abril de 2018). *AmapolaBio*. Recuperado de <https://www.amapolabio.com/contaminantes-plasticos-como-afectan-a-nuestro-organismo-y-al-medio-ambiente/>
- American Chemistry Council (s.f.). Recuperado de <https://www.chemicalsafetyfacts.org/es/poliestireno/>
- Andrés, É. (15 de Marzo de 2019). Coca-Cola finalmente admite que fabrica 200 mil botellas de plástico por minuto. *Negocios Inteligentes*. Recuperado de <https://negocios-inteligentes.mx/coca-cola-envases-pet/>
- Anheuser-Busch InBev. (2020). *AB InBev*. Recuperado de <https://www.ab-inbev.com/>
- Arteaga, J. R. (2019). *Alto Nivel*. Recuperado de <https://www.altonivel.com.mx/finanzas/las-emisoras-favoritas-de-la-bmv-para-invertir-en-2019/>
- BBC. (28 de Octubre de 2019). *BBC News Mundo*. Recuperado de <https://www.bbc.com/mundo/noticias-50208501>
- Calcuworld. (2020). Recuperado de <https://es.calcuworld.com/cuantos/cuanto-tiempo-tarda-en-degradarse-el-plastico/>
- Cambrian Innovation. (2020). *Cambrian Innovation*. Recuperado de <https://cambrianinnovation.com/>
- Close The Loop. (2020). *About Close The Loop*. Recuperado el 19 de Septiembre de 2020, de <https://www.closeheloop.eu.com/about-us/>
- Grupo INTERCOM. (10 de 03 de 2020). *Construmática Metaportal de Arquitectura, Ingeniería y Construcción*. Recuperado de <https://www.construmatica.com/construpedia/PEAD>
- Grupo INTERCOM. (10 de 03 de 2020). *Construmática Metaportal de Arquitectura, Ingeniería y Construcción*. Recuperado de https://www.construmatica.com/construpedia/Polietileno_de_Baja_Densidad
- Grupo INTERCOM. (10 de 03 de 2020). *Construmática Metaportal de Arquitectura, Ingeniería y Construcción*. Recuperado de <https://www.construmatica.com/construpedia/PVC>
- Dart. (s.f.). *Nuestra compañía*. Recuperado el 29 de Octubre de 2020, de <https://www.dartcontainer.com/mx/nuestra-compa%C3%B1a/>
- Del Cueto Gracia, J. A. (2016). La nueva economía del plástico. *Plastics Technology Mexico*. Recuperado de <https://www.pt-mexico.com/art%C3%ADculos/la-nueva-economia-del-plstico>

Drinktec. (15 de Septiembre de 2009). *Interempresas*. Recuperado de <https://www.interempresas.net/Plastico/Articulos/33707-PEN-PP-PS-o-PLA-alternativas-al-envase-de-PET.html>

DyeCoo. (2020). *DyeCoo*. Recuperado de <http://www.dyecoo.com/dyecoo/>

Ecoplásticos Abastos. (s.f.). *Ecoplásticos Abastos*. Recuperado de <https://ecoplasticosabastos.mx/productos.php>

Ecoticias. (04 de 01 de 2010). *Ecoticias. El periódico verde*. Recuperado de <https://www.ecoticias.com/residuos-reciclaje/21178/Reciclado-de-Plasticos-Como-se-Reciclan>

Elle MacArthur Foundation. (19 de Enero de 2016). *Ellen MacArthur Foundation*. Recuperado de <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/publications/the-new-plastics-economy-rethinking-the-future-of-plastics>

Ellen Macarthur Foundation. (2017). *Ellen Macarthur Foundation*. Recuperado el 30 de Octubre de 2020, de <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/es/economia-circular/concepto>

Enerkem Inc. (9 de Septiembre de 2020). *News Release*. Recuperado de <https://enerkem.com/news-release/enerkem-has-been-awarded-the-solar-impulse-efficient-solution-label-a-proof-of-high-standards-in-profitability-and-sustainability/>

Entrepreneur Staff. (22 de Enero de 2020). *Entrepreneur*. Recuperado de <https://www.entrepreneur.com/article/345388>

Europa Press. (4 de 12 de 2019). *20 Minutos*. Recuperado de <https://www.20minutos.es/noticia/4077686/0/niveles-concentracion-dioxido-carbono-410-partes-por-millon/>

Fabbrica Pinze Schio. (s.f.). Recuperado de <https://ecozema.com/es/focus/biodegradabilidad-y-compostabilidad/>

Farrás Pérez, L. (6 de Enero de 2019). ¿Son los bioplásticos la solución definitiva? *La Vanguardia*. Recuperado de <https://www.lavanguardia.com/natural/20190106/453930749441/bioplastico-contaminacion-biodegradable-solucion.html>

Flory, P. j. (1954). *Principles of Polymer Chemistry*. Ithaca: Cornell University Press.

Fundación Ecolec. (2020). *Ecolec*. Recuperado el 9 de <https://www.ecolec.es/informacion-y-recursos/economia-circular/>

Gee, H. (10 de 06 de 1998). https://elpais.com/diario/1998/06/10/sociedad/897429629_850215.html. *El País*. Recuperado de https://elpais.com/diario/1998/06/10/sociedad/897429629_850215.html

Gobierno de Tultepec. (2019 de Mayo de 2019). *Tultepec*. Recuperado de <http://tultepec.gob.mx/2019/05/28/opera-centro-de-transferencia-de-residuos-solidos-de-tultepec/>

Gore, A. (2007). *Una Verdad Incómoda*. Barcelona: GEDISA EDITORIAL.

Grand View Research, Inc. (2020). *Plastic Market Size, Share & Trends Analysis Report By Product (PE, PP, PU, PVC, PET, Polystyrene, ABS, PBT, PPO, Epoxy Polymers, LCP, PC, Polyamide), By Application, By Region, And Segment Forecasts, 2020 - 2027*.

- Recuperado de <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/global-plastics-market>
- Gray, R. (1 de Septiembre de 2018). ¿Cuánto costaría realmente dejar de usar envases de plástico? *BBC News Mundo*. Recuperado de <https://www.bbc.com/mundo/vert-cap-44881388>
- Greenpeace España. (26 de Julio de 2018). Los bioplásticos no solucionan la contaminación por plásticos [Mensaje en un blog]. Recuperado de <https://es.greenpeace.org/es/noticias/los-bioplasticos-no-solucionan-la-contaminacion-por-plasticos/>
- Greenpeace Internacional. (s.f.). Cómo llega el plástico a los océanos y qué sucede entonces [Mensaje en un blog]. Recuperado el 4 de Julio de 2020, de <https://es.greenpeace.org/es/trabajamos-en/consumismo/plasticos/como-llega-el-plastico-a-los-oceanos-y-que-sucede-entonces/>
- Hora Cero. (13 de Agosto de 2019). *Mitos y realidades de los envases de PET*. Recuperado el 9 de Noviembre de 2020, de <https://www.horacero.com.mx/vida-y-cultura/mitos-y-realidades-de-los-envases-de-pet/>
- Hunt, K. (4 de Marzo de 2020). Estas orugas ‘comeplástico’ pueden ayudar a combatir la contaminación. *CNN en español*. Recuperado de Cable News Network. Turner Broadcasting System: <https://cnnespanol.cnn.com/2020/03/04/estas-orugas-come-plastico-pueden-ayudar-a-combatir-la-contaminacion/>
- HYLA, Inc. (2020). *Hyla Mobile Reconsidered*. Recuperado de <https://lehightechnologies.com/>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2017). *Perfil de la fabricación de productos de plástico*. México: INEGI. Recuperado de <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/SCIAN/scian.aspx>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2017). *Sistema de Cuentas Nacionales de México*. México. Recuperado de <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/cn/pibt/tabulados.aspx>
- Johnson, B. (2013). *Zero Waste Home: The Ultimate Guide to Simplifying Your Life by Reducing Your Waste*. Scribner Book Company.
- Krugman, P. R., & Obstfeld, M. (2006). *ECONOMÍA INTERNACIONAL. Teoría y política*. Madrid: PEARSON EDUCACIÓN.
- Lavoisier, A. L. (1789). *Tratado elemental de química*. París: Paidós.
- Lehigh Technologies. (2020). *LT Lehigh Technologies*. Recuperado el 29 de Septiembre de 2020, de <https://lehightechnologies.com/>
- Mandiola G, C. (4 de Noviembre de 2018). Recuperado de EL TIEMPO casa editorial: <https://www.eltiempo.com/vida/medio-ambiente/william-mcdonough-el-padre-de-la-economia-circular-289728>
- Martínez, P. (27 de 01 de 2016). Iniciativas que transforman el medio ambiente. *Fortuna*. Recuperado de <https://revistafortuna.com.mx/contenido/2016/01/27/responsabilidad-social/>
- McDonough, W., & Braungart, M. (2002). *Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things*. Nueva York: North Point Press.
- Miniwiz Co. (2020). *Miniwiz*. Recuperado de <http://www.miniwiz.com/>

- Nadal, A. (2007). *Desarrollo sustentable y cambio global*. Ciudad de México: Colegio de México.
- Nadia Calviño, T. R. (15 de 12 de 2019). Finanzas sostenibles: la inversión verde. *El Periódico*. Recuperado de <https://www.elperiodico.com/es/opinion/20191215/articulo-teresa-ribera-nadia-calvino-finanzas-sostenibles-la-inversion-verde-transicion-ecologia-cop25-7776458>
- National Geographic en Español. (s.f.). Greenpeace revela el ranking de las 10 empresas que generan más plástico. *National Geographic en Español*. Recuperado de <https://www.ngenespanol.com/ecologia/greenpeace-10-empresas-generan-mas-plastico/>
- Paul Hawken, A. B. (1999). *Natural Capitalism: Creating the Next Industrial Revolution*. Little, Brown & Company.
- Pensemos Verde MX. (27 de Febrero de 2018). *Vidrio vs PET*. Recuperado de <https://pensemosverde.com/2018/02/27/vidrio-vs-pet/>
- Pérez, A. J. (25 de 09 de 2017). 15 ideas de negocios sustentables y ecológicos para ti. *Entrepreneur*. Recuperado de <https://www.entrepreneur.com/article/280855>
- Plastics Technology Mexico. (3 de Enero de 2017). Industria del plástico: escenario regional. México. Recuperado de <https://www.pt-mexico.com/columnas/industria-del-plastico-escenario-regional>
- PlasticsEurope. (2019). (P. D. V., & M. Düsseldorf., Edits.) Recuperado de PlasticsEurope: https://www.plasticseurope.org/application/files/9715/7129/9584/FINAL_web_version_Plastics_the_facts2019_14102019.pdf
- PlasticsEurope. (s.f.). *PlasticsEurope*. Recuperado de <https://www.plasticseurope.org/es/focus-areas/circular-economy>
- Real Academia Española. (2020). Diccionario de la lengua española, 23.^a ed. Recuperado de <https://dle.rae.es/degradable>
- Redacción Animal Político. (31 de Agosto de 2020). *Animal Político*. Recuperado el 5 de Noviembre de 2020, de <https://www.animalpolitico.com/2020/08/pet-ejemplo-notable-economia-circular>
- Residuos Profesional. (22 de Febrero de 2018). *Residuos Profesional*. Recuperado de <https://www.residuosprofesional.com/contaminacion-terrestre-microplasticos/>
- Retorna. (Junio de 2011). *Retorna.org*. Recuperado de <http://www.retorna.org/mm/file/Documentacion/Basuraocianos.pdf>
- Reyes, N. (20 de Junio de 2018). Cuando los popotes se usaban contra la tuberculosis. *El Universal*. Recuperado de <https://www.eluniversal.com.mx/colaboracion/mochilazo-en-el-tiempo/nacion/sociedad/cuando-los-popotes-se-usaban-contra-la>
- Ricardo, E. (12 de Abril de 2019). La oportunidad de repensar los plásticos en la economía circular (1). *Ecointeligencia*. Recuperado de ecointeligencia.com/2019/04/plasticos-economia-circular-1/
- Rivera, R. (09 de Enero de 2019). *El Financiero*. Recuperado de <https://www.elfinanciero.com.mx/mercados/estas-son-las-5-empresas-del-ipc-con-mejor-perspectiva-para-el-2019>

- Sala-i-Martin, X. (1994). *Apuntes de crecimiento económico* (Segunda ed.). (A. Bosch, Ed.) Baarcelona, España: Antoni Bosch.
- Sánchez Fermín, S. (25 de Junio de 2019). ¿Llegó el fin de la hora del plástico? *Expansión*. Recuperado de <https://expansion.mx/empresas/2019/06/25/llego-el-fin-de-la-hora-del-plastico>
- Schneider Electric. (2020). *Obtén sostenibilidad corporativa con ROI real*. Recuperado de <https://www.se.com/mx/es/work/services/energy-and-sustainability/sustainability-consulting/>
- Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. (22 de Noviembre de 2017). SEMARNAT. Recuperado de <https://www.gob.mx/semarnat/articulos/que-es-la-huella-ecologica?idiom=es>
- Semana. (13 de Octubre de 2016). *Semana Sostenible*. Recuperado de <https://sostenibilidad.semana.com/medio-ambiente/articulo/mas-de-18000-animales-silvestres-han-sido-recuperados--colombia-hoy/57456>
- SEMARNAT. (21 de Mayo de 2018). *Gobierno de México*. Recuperado de <https://www.gob.mx/semarnat/prensa/promueve-semarnat-campana-para-evitar-el-uso-del-popote>
- Sostenibilidad. (28 de Octubre de 2019). *Semana Sostenible*. Recuperado de <https://www.interempresas.net/Plastico/Articulos/33707-PEN-PP-PS-o-PLA-alternativas-al-envase-de-PET.html>
- Stadinger, H. (1925). *Introduction to Qualitative Orrganic Analysis*. Gurney and Jackson.
- Supraciclaje. (2020). *Supraciclaje*. Recuperado de <https://www.supraciclaje.com/precios-hoy/>
- Tecnologías Rennueva. (s.f.). *Tecnologías Rennueva S.A. de C.V.*. Recuperado de <http://rennueva.com/rennueva/reciclaje/>
- Textos Científicos. (10 de 03 de 2020). *Polímeros*. Recuperado de <https://www.textoscientificos.com/polimeros/pet>
- The Circulars. (2019). *The Circulars*. Recuperado de <https://thecirculars.org/our-finalists>
- TriCiclos do Brasil. (2020). *Triciclos*. Recuperado de <https://triciclos.net/>
- Triquels. (22 de Agosto de 2019). *Triquels*. Recuperado de <https://www.triquels.com/blog/economia-circular>
- Uline. (s.f.). *Contenedor de Espuma Aislante - 8 x 6 x 4 1/4"*. Recuperado de https://es.uline.mx/Product/Detail/S-18312/Insulated-Shippers-and-Supplies/Insulated-Foam-Container-8-x-6-x-4-1-2?pricode=WB7384&gadtype=pla&id=S-18312&gclid=Cj0KCQjwlvT8BRDeARIsAACRFiWIDgXDDRC2Upnf3wyUdePozk5VTFBpPR4-5wMznNA85u7SPfcJYj4aAjp2EALw_wcB&gcls
- Uline. (s.f.). *Uline*. Recuperado de https://es.uline.mx/Product/Detail/S-9690BLU/Plastic-Shopping-Bags/T-Shirt-Bags-12-x-7-x-22-Blue?pricode=WB7110&gadtype=pla&id=S-9690BLU&gclid=CjwKCAjw_sn8BRBrEiwAnUGJDoDWa3L3F5UXMqrAKjzLq0YI6v6Q7jeo3Rge0HcQOy7tRI6gSkxQSxoCQjEQAvD_BwE&gclsrc=aw.ds
- Uline. (s.f.). *Vasos de Foam - 12 oz*. Recuperado de <https://es.uline.mx/Product/Detail/S-6860/Cups/Foam-Cups-12-oz?pricode=WB7115>

- UNAM. (s.f.). *Fundación UNAM*. Recuperado de <https://www.fundacionunam.org.mx/unam-al-dia/en-mexico-el-consumo-nacional-de-unicef-es-de-125-mil-toneladas-anuales/>
- Universidad Politécnica de Madrid. (23 de Enero de 2020). Curso introducción a la economía circular. Diseño circular: estrategias para el eco-diseño. Madrid, España. Recuperado de https://www.youtube.com/watch?v=gX63FAt4fmM&t=31s&ab_channel=UPM
- US SIF Foundation. (2019). *Sustainable investing assets reach \$12 trillion as reported by the US SIF Foundation's biennial Report on US Sustainable, Responsible and Impact Investing Trends*. Minneapolis. Recuperado de <https://www.ussif.org/files/US%20SIF%20Trends%20Report%202018%20Release.pdf>
- Varian, H. L. (2016). *Microeconomía Intermedia*. Barcelona: Antoni Bosch, editor.
- Vector. (29 de Marzo de 2019). Representa la industria del plástico más del 3% del PIB nacional. *Vector*. Recuperado de <http://www.revistavector.com.mx/2019/03/29/representa-la-industria-del-plastico-mas-del-3-del-pib-nacional/>
- Vector. (29 de Marzo de 2019). *Revista Vector*. Obtenido de <http://www.revistavector.com.mx/2019/03/29/representa-la-industria-del-plastico-mas-del-3-del-pib-nacional/>
- Vivir Sin Plástico. (28 de Enero de 2018). *Vivir Sin Plástico*. Recuperado de <https://vivirsinplastico.com/plastico-o-vidrio/>
- Waluda, C. M., Cavanagh, R. D., & Manno, C. (2018). *A Cross-Sectoral Approach to Tackle Ocean Plastic Pollution*. Cambridge: Aurora Cambridge.
- Wierenga, M. (2003). *A Brief Introduction to Environmental Economics*. Washington, DC: ELAW .
- Winnow Solutions Limited. (2020). *Winnow*. Recuperado de <https://www.winnowsolutions.com/es/company>
- World Wide Fund for Nature. (2020). *Huella ecológica*. Obtenido de https://www.wwf.es/nuestro_trabajo/informe_planeta_vivo_ipv/huella_ecologica/