

Artículo de Investigación

Manejo y gestión de los residuos sólidos urbanos en la Ciudad de México

Management and handling of urban solid waste in Mexico City

Citlalli del Carmen Vargas Rosas: Instituto Politécnico Nacional.
cvargasr1401@alumno.ipn.mx

Fecha de Recepción: 18/06/2024

Fecha de Aceptación: 26/11/2024

Fecha de Publicación: 20/02/2025

Cómo citar el artículo:

Vargas, C. (2025). Manejo y gestion de los residuos sólidos urbanos en la Ciudad de México [Management and handling of urban solid waste in Mexico city]. *European Public & Social Innovation Review*, 10, 1-14. <https://doi.org/10.31637/epsir-2025-1712>

Resumen:

Introducción: El modelo actual de economía lineal en la gestión de residuos genera acumulación en las ciudades, especialmente en la Ciudad de México, debido a la falta de infraestructura adecuada para implementar la economía circular y la necesidad de la colaboración ciudadana. **Metodología:** Se realizó un análisis utilizando la epistemología de la complejidad de Rolando García, evaluando el modelo de economía lineal, la economía circular y su aplicabilidad para resolver la acumulación de residuos sólidos urbanos, minimizando el impacto ambiental. **Resultados:** Los resultados revelaron que, aunque la economía circular ofrece beneficios, también requiere un mayor consumo de recursos como agua, electricidad y combustibles fósiles para sus procesos, lo que afecta la sostenibilidad y el medio ambiente. Además, se identificó la necesidad de nuevos enfoques, equipamiento urbano y regulaciones para facilitar la recolección, procesamiento e industrialización de los residuos. **Discusión y Conclusiones:** Se concluye que, para implementar efectivamente la economía circular, es fundamental contar con estrategias complementarias, infraestructura adecuada y normatividad para reducir la acumulación de residuos y mejorar la sostenibilidad en las ciudades.

Palabras clave: Residuos sólidos urbanos; economía lineal; economía circular; complejidad; sustentabilidad; capitalismo; medio ambiente; recursos naturales.

Abstract:

Introduction: The current linear economy model in waste management leads to accumulation in cities, especially in Mexico City, due to the lack of necessary infrastructure to implement a circular economy and the need for public collaboration. **Methodology:** An analysis was conducted using Rolando García's epistemology of complexity, evaluating the linear economy model, the circular economy, and its relevance in addressing the issue of urban solid waste accumulation while minimizing environmental impact. **Results:** The results revealed that, while the circular economy offers benefits, it also requires increased consumption of resources such as water, electricity, and fossil fuels for its processes, which impacts sustainability and the environment. Additionally, new strategies, urban equipment, and regulations are needed to facilitate waste collection, processing, and industrialization. **Discussion and Conclusions:** It is concluded that, to effectively implement the circular economy, complementary strategies, proper infrastructure, and regulations are essential to reduce waste accumulation and improve sustainability in cities.

Keywords: Urban solid waste; linear economy; circular economy; complexity; sustainability; capitalism; environment; natural resources.

1. Introducción

El presente artículo surge de la investigación realizada durante el programa de maestría en Ciencias en Arquitectura y Urbanismo, en la que a partir de la observación y *scanning* realizado, se detectó que uno de los problemas para la Ciudad de México es el manejo y gestión de desechos sólidos que coloquialmente conocemos como basura, se dice así porque una vez usados o consumidos los productos simplemente se desechan y generalmente no se separan, ni se realiza una disposición final adecuada, ya que, se dispone de la siguiente manera: depósito en sitios de destino final (conocidos como rellenos sanitarios, tiraderos a cielo abierto, basureros, botaderos o vertederos), depósito en diversos ecosistemas, incineración y enterrando los desechos. De las 4 maneras expuestas anteriormente generan un impacto negativo al medio ambiente, contribuyendo a la contaminación y afectación a los recursos naturales; ya que, de seguir con el modelo actual de producción basado en el modelo económico capitalista, se consume mayor cantidad de recursos naturales para comercializar y proveer al ser humano.

El interés principal, es facilitar las actividades cotidianas con ciertos objetos que ayuden a realizar y disminuir el tiempo y esfuerzo físico para llevar a cabo, sin pensar que la mayoría genera residuos plásticos porque es el material que actualmente se fabrica y produce para diversos objetos y productos. Por lo que ya no son duraderos y que a su vez se puede presentar una tendencia conocida como obsolescencia programada en la que las partes o piezas de los productos se rompen con el objetivo de adquirir de nuevo las piezas o el producto completo dependiendo de la importancia; lo que puede generar desechos en algunos casos no reciclables o reutilizables.

A continuación, se presenta la diferencia entre la economía lineal contra la economía circular y el objetivo principal para efectos del presente artículo.

1.1. Economía lineal

Primero define que la economía lineal hace referencia a proceso de producción que se realiza en este caso, con los residuos sólidos urbanos de la siguiente manera:

Figura 1.

Esquema de modelo de producción economía lineal



Fuente: Elaboración propia (2024).

De manera general dicho modelo de producción se realiza con la siguiente descripción: los productos se industrializan a partir de la extracción de recursos naturales, posteriormente se realiza la distribución a través de recipientes o contenedores adecuados para el producto, actualmente, estos contenedores mencionados son de plástico, por ser de menor precio para procesar; continuando con la venta, adquisición y consumo por parte de los usuarios y finalmente el desecho. Este modelo de producción conocido como economía lineal está relacionado con el modelo económico capitalista, en el que, el capitalismo es un sistema económico y social que se basa en la propiedad privada de los medios de producción y en el capital (dinero) como generador de riqueza, a través del comercio en el libre mercado. Y a su vez es criticado por generar desigualdad y explotación de los trabajadores por parte de los dueños de los medios de producción (la burguesía). Esto llevó al surgimiento de corrientes de pensamiento socialistas que cuestionaron el sistema capitalista.

En la actualidad, la mayoría de los países capitalistas operan bajo un sistema de "economía mixta" con cierta intervención estatal para regular aspectos como impuestos, precios y competencia. Se puede observar que las industrias son el principal sector beneficiado bajo este modelo de producción, sin embargo, esto ha generado el desecho de residuos plásticos, aumento de impacto negativo al medio ambiente y reducción de recursos naturales, estos últimos generalmente no se regeneran debido a que el pensamiento capitalista no permite ver hacia otros sectores más que al beneficio del propio.

La economía lineal se caracterizará por que la extracción y explotación de recursos naturales en este modelo económico para producir bienes que luego se consumen y desechan, sin posibilidad de reutilización o reciclaje, se enfoca en la fabricación y el consumo a gran escala, generando grandes cantidades de residuos y desperdicio. Los productos fabricados bajo este modelo suelen tener un ciclo de vida corto, ya que están diseñados para ser desechados después de su uso. facilidad de acceder a nuevos recursos a costos relativamente bajos. Y por medio de esto, tiene un alto impacto negativo en el medio ambiente, debido al excesivo consumo de recursos, la generación de residuos y la contaminación (Fundación Ellen MacArthur, 2023)

1.2. Economía circular

Mientras que una economía circular es reconstituyente y regenerativa por diseño, y se propone mantener siempre los productos, componentes y materiales en sus niveles de uso más altos. El concepto distingue entre ciclos biológicos y ciclos técnicos (Cerdeña, 2016)

Existen dos tipos de ciclos: En el ciclo técnico, los productos se reutilizan, reparan, remanufacturan y reciclan. En el ciclo biológico, los materiales biodegradables se devuelven a la tierra a través de procesos como el compostaje y la digestión anaeróbica (Fundación Ellen MacArthur)

El modelo de economía circular no es reciente, se realizaba en periodos anteriores, pero hasta el año 2010 se retoma con el termino debido a que la Fundación Ellen McArthur le da continuidad a partir del Informe Bruntland y su objetivo de la sustentabilidad y acciones que debe realizar cada nación para que se logre el objetivo planteado. Posteriormente, con los ODS se da más importancias a este tipo de procesos como aceptado, aunque los movimientos ecológicos o asociaciones no los aceptan.

Por lo anterior expuesto, el planteamiento de hipótesis se trata de que si la economía circular será la más adecuada para obtener un impacto positivo al medio ambiente; y el objetivo principal que se tiene es evaluar la pertinencia de la economía circular para reducir el impacto negativo al medio ambiente por los residuos sólidos urbanos en la Ciudad de México.

Desde 1826 con la teoría de Malthus es una teoría demográfica, económica y sociopolítica; en la que Thomas Robert Malthus habla de la capacidad de carga de un ecosistema. En donde mencionaba que el capitalismo fomentaba el crecimiento económico y la producción, aumento de cantidad de población, además de que se obtendría el bienestar económico y mejor condición de vida a la población. Aumentando productos disponibles para la población, por lo que la población se veía privilegiada en un futuro no muy lejano los recursos naturales no alcanzaran para abastecer la demanda de población. Esta era una teoría que tenía porque no se veía muy cercana, la teoría malthusiana defiende que vivir por encima de la capacidad de carga, conduce inevitablemente al desastre; la falta de alimentos no es el único límite para mantener estable la población mundial.

En segundo momento se hace referencia a la propuesta de circulo de Mobius o banda de Moebius, fue descubierta en 1858 por los matemáticos alemanes August Ferdinand Möbius (1790 - 1868) y Johann Benedict Listing (1808 - 1882, pero en 1970 se adaptó como el modelo que representa al modelo 3 erres como parte de un proyecto escolar y paso a ser representativo como modelo internacional, actualmente se le conoce como el icono de reciclaje o como icono de ecología.

El termino economía circular no es nuevo ya que desde 1989, en el libro publicado por Pearce D.W. y Turner R.K. titulado "Economía de los recursos naturales y del Medio Ambiente" en su capítulo 2 ya se me menciona el termino economía circular o *circular economy* (Cerde, E. 2016). Para ellos, partiendo de que es necesario transformar a Europa en una economía eficiente en los recursos, aunque la eficiencia no es suficiente, además se debe asegurar el uso de productos, alimentos, etc. La economía circular implica un sistema de aprovechamiento de recursos donde los materiales utilizados se integren de vuelta al ciclo económico a través de la reutilización y regeneración de los productos.

A partir de estos surgen diversos modelos relacionados con la economía circular, donde su objetivo es la regeneración y recuperación de recursos naturales, así como del medio ambiente: Cradle to Cradle por el químico alemán Michael Braungart y el arquitecto estadounidense Bill McDonough, desarrollaron el concepto Cradle to Cradle™ y el proceso de certificación. Esta filosofía de diseño considera nutrientes todos los materiales que intervienen en los procesos industriales y comerciales, de los que hay dos categorías principales: técnicos y biológicos. El modelo Cradle to Cradle se centra en el diseño para la eficacia en términos de producción de productos con un impacto positivo. En segundo, la economía del rendimiento que parte de su informe de investigación de 1976 para la Comisión Europea, Walter Stahel, arquitecto y economista, esbozó una visión de una economía en bucles (o economía circular), The Potential for Substituting Manpower for Energy (El potencial de sustitución de la mano de obra por energía, en la traducción libre), en coautoría con Genevieve Reday. La visión analizaba su impacto en la creación de empleo, la competitividad económica, el ahorro de recursos y la

prevención de residuos. En tercero, la ecología industrial como un estudio de los flujos de materiales y energía en los sistemas industriales. Centrado en las conexiones entre operadores dentro del "ecosistema industrial", este planteamiento pretende crear procesos de circuito cerrado en los que los residuos sirvan de insumo, eliminando así subproductos indeseables. La ecología industrial adopta un punto de vista sistémico, diseñando procesos de producción para que funcionen lo más parecido posible a los sistemas vivos. Esto se consigue teniendo en cuenta las limitaciones ecológicas locales y considerando el impacto global de los procesos desde el principio. En cuarto punto se menciona el diseño regenerativo, en Estados Unidos, John T. Lyle empezó a desarrollar ideas sobre diseño regenerativo que pudieran aplicarse a todos los sistemas, es decir, más allá de la agricultura, para la que ya se había formulado el concepto de regeneración. Y finalmente lo más reciente la economía azul o *blue economy*, iniciado por el antiguo Director General de Ecover y empresario belga Gunter Pauli, es un movimiento de código abierto que reúne estudios de casos concretos, recopilados inicialmente en un informe homónimo entregado al Club de Roma, basado en que se si se utilizan los recursos disponibles en sistemas en cascada, los residuos de un producto se convierten en la entrada para crear un nuevo flujo de dinero.

Sin embargo, el termino economía circular no se menciona como tal hasta el año 2010 como tal y a partir del año 2020 se pretende implementar en la mayoría de los países, por ejemplo, en México se propuso un proyecto de ley "Ley general de economía circular" en noviembre del año 2021 pero hasta la fecha no se ha vuelto a considerar. El proyecto de ley antes mencionado, es muy amplio y ambicioso donde consideraba los diferentes recursos y energías a promover, pero no especificaba, se puede asumir que a partir de esa Ley se tendrán que generar complementos para llevar a cabo lo mencionado.

Por tanto, el objetivo principal del presente artículo es analizar la pertinencia de la economía circular para reducir los residuos sólidos urbanos y generar un impacto positivo al medio ambiente, como caso de estudio se tiene a la Ciudad de México. Que a su vez se relaciona con la Zona Metropolitana del Valle de México por interactuar con los procesos que se realizan para llevar a cabo el manejo y gestión actual.

2. Metodología

La metodología seleccionada para el presente artículo es a partir de los sistemas complejos de Rolando García, en el que indica que el sistema se debe definir a partir de establecer límites, escalas de fenómenos y de tiempo. A partir de una pregunta conductora se puede definir objetivo, hipótesis y métodos a realizar para lograr lo planteado.

A partir de la observación de datos y hechos se inicia con cierto planteamiento de problemática, para este caso, se dio a partir de la observación del transitar continuo de *trailers* por el municipio de Nicolas Romero hacia el límite con el municipio de Cuautitlán Izcalli, en el que continuamente se volteaban por exceso de peso y velocidad dispersándolos en el trayecto, así mismo, cuando no usaban lona para cubrir el contenido y los residuos iban secos se iban esparciendo por el camino. A partir de esta situación, se inicia a revisar cantidades de desechos que se reciben en los rellenos y el origen de estos, por lo que nos lleva a que son de diferentes alcaldías de la Ciudad de México, sin embargo, no se tienen datos específicos y por confidencialidad no los compartieron, por lo tanto, se realizó un análisis de la cantidad de población con la cantidad promedio de residuos generados por persona.

Con esto se observó que tipo de residuos predominan en el relleno sanitario observado, ya que como indica Edgar Morin con el principio hologramático, se puede analizar un sitio y este se puede replicar o ser similar; resultando que los plásticos es lo que se muestra en mayor cantidad.

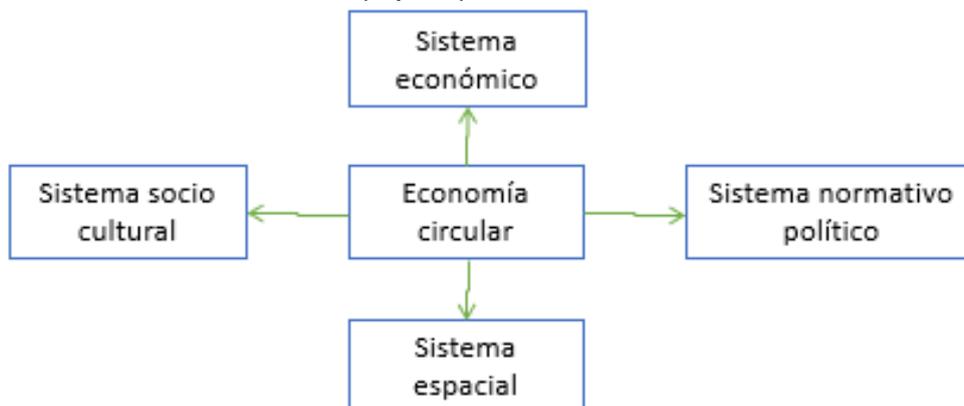
Rolando García plantea que se debe dividir en procesos y niveles de análisis para llevar los sistemas complejos, partiendo de que los procesos serán de la siguiente manera: en primer nivel se analizará de carácter diagnóstico, describir la situación real y sus tendencias en el nivel fenomenológico más inmediato, incluyen observaciones, mediciones, encuestas, entrevistas, etc.; en segundo nivel hace referencia a metaprocesos como procesos de aprendizaje para optimizar su aprendizaje, revisión de teorías y estado del arte que se pueda encontrar; y en tercer nivel la interacción de los anteriores, obteniendo un debate y análisis de resultados.

Como segundo punto los niveles de análisis para efectos de la investigación se determinaron de la siguiente manera: local, regional e internacional; en los que de manera local se hará referencia a la Ciudad de México, de manera regional a México y finalmente en internacional se realizaron entrevistas a personas de países en Sudamérica, que aportaron lo que se realiza en sus ciudades y países de manera particular y general. Como parte de los resultados obtenidos se realiza un análisis cuantitativo y cualitativo ya que como se mencionó anteriormente, no se pudo obtener todos los datos deseados por lo que se empleara de las opiniones para realizar un debate de resultados con lo obtenido.

Dado que se seleccionó los sistemas complejos se realiza la propuesta de sistemas que se involucran con la investigación planteada, como subsistemas se tendrán: económico, político normativo, socio cultural y espacial, entendiendo al sistema espacial como el medio ambiente dado que es donde se desarrolla todo y al mismo tiempo es el principal afectado.

Figura 2.

Planteamiento de sistemas complejos a partir de Rolando García



Fuente: Elaboración propia (2024)

Como se muestra en la figura 02 el método empleado fue a partir del análisis de teorías, referencias y publicaciones anteriores relacionadas con la economía circular y para efectos del presente artículo solo las relacionadas con los plásticos. Además de lo planteado por Rolando García que los sistemas complejos significan estudiar un "trozo de la realidad" que incluye aspectos físicos, biológicos, sociales, económicos y políticos. Por lo tanto, se plantean los subsistemas presentados porque se pueden englobar lo que se desea investigar.

En el caso del sistema socio cultural es el ser humano al que se analiza, en cuanto a las prácticas y actividades que realiza, manejo y gestión actual y que tan pertinente es lo que realiza, como se observó, toda actividad que realiza genera residuos, actualmente, algunos productos tienen tendencia de ser *ecofriendly*, término que se les ha dado para venderse como amigables con el medio ambiente o biodegradables, pero no todos los productos se pueden determinar como tal, ya que existen productos con dobles empaque que generan residuos plásticos que no se pueden reciclar.

En el caso de la Ciudad de México ya cuenta con un proyecto de ley general de economía circular pero no es todo lo que se requiere en cuanto a economía circular ya que México está comprometido a nivel internacional que para el año 2030 se deberá incluir en su normatividad como parte de los acuerdos de la Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sustentable (ODS). De esta manera se puede contribuir a la economía porque se tendría un aumento de empleos y rediseño de procesos para llevar a cabo con los diferentes materiales de los productos que se comercializan, en este caso que solo se menciona del plástico, se puede tener alternativas. Así mismo, se debe hacer mención que en el año 2020 se implementaría la ley que prohibía el uso de plásticos de un solo uso o productos desechables, sin embargo, el efecto pandemia propicio que se mantuviera en espera la ley porque se requirió de estos productos para el cuidado y protección de la población por lo que no se ha retomado. Y si de cumplir con los 3 sistemas anteriormente mencionados, se podrá tener un sistema espacial sano y equilibrado, haciendo referencia al medio ambiente, para la vida del ser humano.

Existen diversas investigaciones en torno a los residuos plásticos, lo cual ya se cuenta con información de hecho, ya existen documentales que hacen referencia a la importancia de estos productos que se encuentran en los océanos afectando a la vida marina generando islas de basura, siendo el ser humano el principal contribuidor ante esta problemática. Las islas de basura, también conocidas como parches de basura o giros subtropicales, son grandes acumulaciones de desechos marinos, principalmente plásticos, que se forman en los océanos debido a las corrientes oceánicas y los sistemas de giros.

Las principales características de las islas de residuos son: Se encuentran en los cinco grandes giros subtropicales de los océanos: Atlántico Norte, Pacífico Norte, Pacífico Sur, Índico Norte e Índico Sur. En cuanto a tamaño, varían desde pequeños parches hasta áreas del tamaño de países. La más grande es la del Pacífico, que cubre un área aproximada de 1.6 millones de km². Su composición principal es por plásticos, pero también incluyen otros desechos como redes de pesca, madera, caucho, telas y vidrio. Causando un impacto ambiental negativo, esto representa una grave amenaza para la vida marina, ya que los animales pueden quedar atrapados en ellas o confundir los plásticos con alimento. Además, los químicos tóxicos de los plásticos se acumulan en la cadena alimentaria. Debido a su gran tamaño y dispersión, es extremadamente difícil y costoso limpiar estas islas. La mejor solución es prevenir que los desechos lleguen a los océanos en primer lugar. Es importante destacar que estas acumulaciones no son islas sólidas, sino más bien grandes parches de residuos dispersos en el océano. Aunque son un problema ambiental grave, no son visibles desde el espacio como se suele creer.

A nivel internacional también se cuenta con normatividad para contrarrestar los efectos que se genera por estos desechos que se encuentran en los océanos y que afectan al ciclo de vida de la tierra. Pero debido a los sistemas socio culturales de cada país es como se rompen estas propuestas, ya que no se tiene el cuidado ni la atención de revisar la situación; así mismo, se presenta la situación de que las industrias que producen en sus trayectos en el océano desechan dentro de este.

3. Resultados

A partir de la observación realizada, se detectó que en la Ciudad de México se generan cantidades grande residuos sólidos urbanos principalmente plásticos, los cuales terminan en sitios de destino final, como son rellenos sanitarios o tiraderos a cielo abierto, los cuales se ubican en el Estado de México y Estado de Morelos; para iniciar a realizar un cambio se debería iniciar por seleccionar después del consumo o uso clasificando los diferentes tipos de plásticos, una guía es la siguiente de acuerdo a Plastic Ocean International (2021):

1. Tereftalato de polietileno (PET o PETE): Este es uno de los plásticos más utilizados. Es liviano, fuerte, generalmente transparente y se usa a menudo en empaques de alimentos y telas (poliéster). Ejemplos: botellas de bebidas, botellas/frascos de comida (aderezo para ensaladas, mantequilla de maní, miel, etc.) y ropa o cuerda de poliéster.
2. Polietileno de alta densidad (HDPE): Colectivamente, el polietileno es el plástico más común en el mundo, pero se clasifica en tres tipos: alta densidad, baja densidad y baja densidad lineal. El polietileno de alta densidad es fuerte y resistente a la humedad y los productos químicos, lo que lo hace ideal para cajas de cartón, contenedores, tuberías y otros materiales de construcción. Ejemplos: cartones de leche, botellas de detergente, forros para cajas de cereales, juguetes, baldes, bancos de parque y tuberías rígidas.
3. Cloruro de polivinilo (PVC o vinilo): Este plástico duro y rígido es resistente a los productos químicos y la intemperie, lo que lo hace deseable para aplicaciones de construcción; mientras que el hecho de que no conduce electricidad lo hace común para aplicaciones de alta tecnología, como alambres y cables. También se usa ampliamente en aplicaciones médicas porque es impermeable a los gérmenes, se desinfecta fácilmente y proporciona aplicaciones de un solo uso que reducen las infecciones en la atención médica. Por otro lado, debemos tener en cuenta que el PVC es el plástico más peligroso para la salud humana, conocido por filtrar toxinas peligrosas durante todo su ciclo de vida (por ejemplo: plomo, dioxinas, cloruro de vinilo). Ejemplos: tuberías de plomería, tarjetas de crédito, juguetes para humanos y mascotas, canaletas de lluvia, anillos de dentición, bolsas de líquidos intravenosos y tubos médicos y máscaras de oxígeno.
4. Polietileno de baja densidad (LDPE): Una versión más suave, más clara y más flexible del HDPE. A menudo se usa como revestimiento dentro de envases de cartón para bebidas y en superficies de trabajo resistentes a la corrosión y otros productos. Ejemplos: plástico/film transparente, bolsas de pan y sándwich, plástico de burbujas, bolsas de basura, bolsas de supermercado y vasos para bebidas.
5. Polipropileno (PP): Este plástico duradero es más resistente al calor que otros, lo que lo hace ideal para cosas como el envasado de alimentos y el almacenamiento de alimentos que está hecho para contener artículos calientes o calentarse por sí mismo. Es lo suficientemente flexible como para permitir una ligera flexión, pero conserva su forma y resistencia durante mucho tiempo. Ejemplos: popotes, tapas de botellas, botellas de prescripción médica, envases de alimentos calientes, cinta de embalaje, pañales desechables y cajas de DVD/CD.
6. Poliestireno (PS o espuma de poliestireno): más conocido como espuma de poliestireno, este plástico rígido es de bajo costo y aísla muy bien, lo que lo ha convertido en un elemento básico en las industrias de alimentos, embalaje y construcción. Al igual que el PVC, el poliestireno se considera un plástico peligroso.

Puede filtrar fácilmente toxinas dañinas como el estireno (una neurotoxina), que luego pueden ser absorbidos fácilmente por los alimentos y, por lo tanto, ingeridos por los humanos. Ejemplos: vasos, envases de comida para llevar, embalaje de productos y envío, cartones de huevos, cubiertos y aislamiento de edificios.

7. Otro: Esta categoría es un comodín para otros tipos de plástico que no pertenecen a ninguna de las otras seis categorías o que son combinaciones de varios tipos. Lo incluimos porque es posible que ocasionalmente te encuentres con el código de reciclaje n.º 7, por lo que es importante saber qué significa. Lo más importante aquí es que estos plásticos no suelen ser reciclables. Ejemplos: anteojos, biberones y termos deportivos, electrónica, CD/DVD, accesorios de iluminación y cubiertos de plástico transparente.

De acuerdo a la clasificación anterior podemos encontrar que la mayoría de los productos que se consumen o usan por día son de plásticos, una manera de identificarlos es con el icono de triángulo formado por tres flechas (banda de Mobius) o icono de reciclaje y dentro de este o fuera del icono se encontrara un número que hace referencia al tipo de plástico. Es de suma importancia mencionar que, de acuerdo con lo investigado, los plásticos es un producto que se puede procesar y reciclar infinita cantidad, siempre y cuando se separe adecuadamente para no perder sus propiedades químicas y características para continuar con su misma función.

El proceso para poder reciclar plásticos, se inicia a partir de los usuarios o consumidores que se encargaran en clasificar de acuerdo con su número que le corresponde, así como asegurarse que el producto no se encuentre sucio o contaminado de otro producto que no afecte a su reciclaje, en segundo paso se deberá ubicar los centros de acopio que recolecten de acuerdo con su clasificación y llevarlos o cuando los recolectores los recojan se deberán de dar separados de los otros productos, como tercer paso se tratara de un re procesamiento en industrias específicas, en donde se realizaran 2 lavados a los productos plásticos, posteriormente se realiza la trituración, dejando en pequeñas partículas de plásticos, seguido de un proceso para fundir y generar tiras largas de plástico para enseguida cortar y resultar pellets; en el caso de productos contenedores de grado alimenticio se puede llegar hacer hasta 3 o lavados para cumplir con las especificaciones que se requieren para su destino. Una vez que se tienen los pellets se procede a distribuir a las industrias que fabrican contenedores o productos que requieran de cierto tipo de plástico, finalmente se distribuyen de nuevo los productos para adquisición y consumo de los usuarios para volver al ciclo antes mencionado.

De acuerdo con lo planteado aparentemente suena como un simple ciclo, sin embargo, se trata de una situación compleja en la que no se tienen todo el mobiliario urbano para llevar a cabo los pasos de la economía circular, así como el equipamiento urbano necesario de acuerdo con la cantidad de población y residuos que se generan al día. Actualmente ya se cuenta con estaciones de transferencia las cuales su función principal es seleccionar de manera manual y automática, evitando que los plásticos terminen en los sitios de disposición final, ya que en algunas zonas ya se está realizando la separación adecuada por parte de la población, así como de los recolectores para que al llegar a estas estaciones sea lo mínimo que se tenga que sacar. Además de que en algunas situaciones utilizan los productos que seleccionan los recolectores para comercializar y poder cubrir los gastos del pago de las personas que colaboran en la recolección, mantenimiento del vehículo recolector y en algunos casos cuotas que se piden por realizar esta actividad.

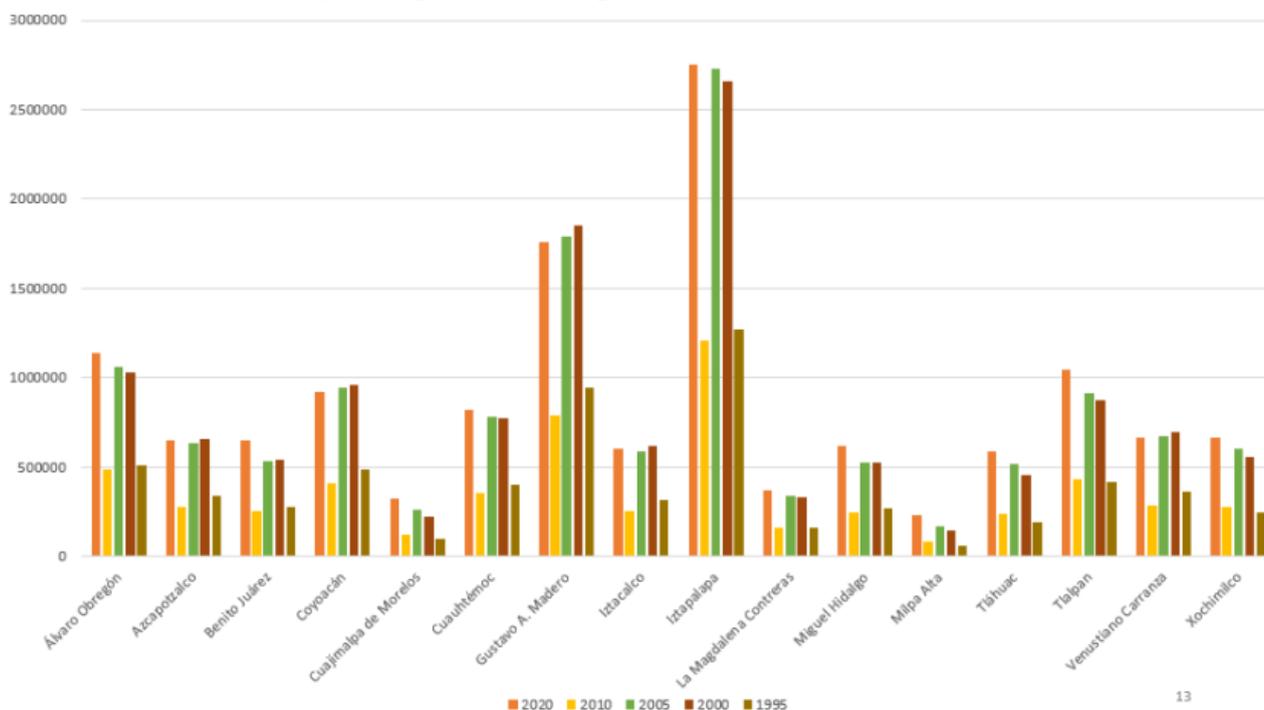
A partir de lo que resume Cerda E, (2016) de los principios que aborda la economía circular son los siguientes:

- Principio 1. Preservar y aumentar el capital natural, controlando los stocks finitos y equilibrando los flujos de recursos renovables. Cuando se necesitan recursos, el sistema circular los selecciona sabiamente y elige tecnologías y procesos que utilizan recursos renovables o del más alto rendimiento, siempre que sea posible. Una economía circular también aumenta el capital natural fomentando flujos de nutrientes en el sistema y creando las condiciones para la regeneración del suelo.
- Principio 2. Optimizar el rendimiento de los recursos, circulando siempre productos, componentes y materiales en su nivel más alto de utilidad, en los ciclos técnico y biológico. Lo expresado anteriormente significa diseñar para reelaborar, renovar y reciclar para mantener circulando en la economía los materiales y componentes, y contribuyendo a la misma. Los sistemas circulares utilizan bucles internos más ajustados siempre que sea posible (es decir, mantenimiento mejor que reciclaje), preservando la energía incorporada, así como otros valores. Estos sistemas procuran extender más la vida del producto y optimizar la reutilización. El hecho de compartir incrementa la utilización del producto.
- Principio 3. Promover la efectividad del sistema, haciendo patentes y proyectando eliminar las externalidades negativas. Ello incluye reducir el daño causado a sistemas y áreas que afectan a las personas, tales como alimentos, movilidad, casas, educación, sanidad o entretenimiento, y gestionar externalidades tales como la contaminación del aire, el agua, la tierra, y el ruido, las emisiones de sustancias tóxicas y el cambio climático.

De acuerdo con la metodología aplicada y lo analizado, surge la siguiente gráfica:

Figura 3.

Cantidad de residuos genera por habitante por día en la Ciudad de México



Fuente: Elaboración propia (2023) a partir de datos del censo de población INEGI y promedio de residuos generados

La gráfica se realizó con los datos de cantidad de población proporcionados por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) y la cantidad promedio de residuos que genera una persona por día siendo 1.25 kg/día/persona, dato obtenido de Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).

4. Discusión

Como parte de lo esperado de la economía circular contra la economía lineal, Cerda, E (2016) señala las siguientes características clave:

- Reducción de insumos y menor utilización de recursos naturales:
 - Explotación minimizada y optimizada de materias primas, aunque proporcionando más valor con menos materiales.
 - Reducción de la dependencia de las importaciones de recursos naturales.
 - Utilización eficiente de todos los recursos naturales.
 - Minimización del consumo total de agua y energía.
- Compartir en mayor medida la energía y los recursos renovables y reciclables:
 - Reemplazar los recursos no renovables por renovables con niveles sostenibles de oferta.
 - Mayor proporción de materiales reciclables y reciclados que puedan reemplazar a materiales vírgenes.
 - Cierre de bucles materiales.
 - Extraer las materias primas de manera sostenible.
- Reducción de emisiones:
 - Reducción de emisiones a lo largo de todo el ciclo material, a través del uso de menor cantidad de materias primas y obtención sostenible de las mismas.
 - Menor contaminación a través de ciclos materiales limpios.
- Disminuir las pérdidas de materiales y de los residuos:
 - Minimizar la acumulación de desechos.
 - Limitar, y tratar de minimizar, la cantidad de residuos incinerados y vertidos.
 - Minimizar las pérdidas por disipación de recursos que tienen valor.
- Mantener el valor de productos, componentes y materiales en la economía:
 - Extender la vida útil de los productos, manteniendo el valor de los productos en uso.
 - Reutilizar los componentes.
 - Preservar el valor de los materiales en la economía, a través de reciclaje de alta calidad.

El proceso de realizar los pasos de la economía circular implica que se complementen modelos como son modelo 3 erres, en el que consiste en:

- Reducir: Disminuir el consumo de productos y materiales, así como el uso de recursos como el agua y la energía. Esto incluye evitar comprar cosas que no necesitamos, reducir el uso de agua y energía, y utilizar medios de transporte más eficientes.
- Reutilizar: Sacar el mayor provecho posible de los productos y materiales que ya tenemos, alargando su vida útil. Esto puede incluir reutilizar bolsas de tela en lugar de bolsas de plástico, y comprar productos envasados en materiales biodegradables.

- Reciclar: Convertir los materiales que ya no se pueden utilizar en su forma original en nuevos productos. Esto incluye reciclar plásticos, papel, vidrio y otros materiales, reduciendo la necesidad de nuevos recursos y la generación de residuos.

Con un objetivo principal que se conoce como cero residuos, en algunos lugares lo conocen como *zero waste*; este también es un modelo complementario para reducir la cantidad de residuos con la ideología de reutilizar lo más que se puedan las cosas, incluso evitar adquirir nuevos productos que no sean amigables con el medio ambiente, así como, no caer en la mercadotecnia de productos *ecofriendly* que realmente no lo sean. Este modelo inicia Bea Johnson es una mujer franco-estadounidense que se ha convertido en una de las principales figuras del movimiento de vida sin residuos. A continuación, se presentan algunos de los aspectos más relevantes de su trayectoria y su contribución al movimiento: Bea Johnson comenzó a promover el concepto de vida sin residuos en la década de 2000, cuando se mudó a California con su familia. Inicialmente, su objetivo era reducir el impacto ambiental de su hogar, pero pronto se convirtió en una pasión y una vocación.

Johnson creó el blog *Zero Waste Home* en 2008, donde compartía sus experiencias y estrategias para vivir sin residuos. El blog se convirtió en un referente para aquellos que buscaban adoptar un estilo de vida más sustentable, popularizando la metodología de los 5Rs, que incluye:

- Reduce: Disminuir el consumo de productos y materiales.
- Reuse: Reutilizar productos y materiales.
- Recycle: Reciclar productos y materiales.
- Rot: Compostear residuos orgánicos.
- Refuse: Evitar productos que no son necesarios.

Johnson compartió estrategias prácticas para reducir el consumo de residuos, como comprar envasados en materiales biodegradables, reutilizar bolsas de tela y evitar productos con empaques no reciclables; de esta manera se podría reducir la cantidad de residuos generados lo que complementa o es parte de la economía circular planteada.

Finalmente, como parte del análisis y debate de resultados se define que la economía circular no es un simple ciclo o círculo como suena el planteamiento, se requiere de complementos como el modelo 3 erres y *zero waste* o cero residuo para que se pueda realizar, pero no queda solo en ese planteamiento, también se requiere del consumo de recursos como el agua, energía eléctrica y combustibles fósiles para reprocesar los productos plásticos separados para reciclar, a menos que se rediseñen los procesos industriales para reducir también el consumo de estos.

El impacto positivo al medio ambiente no se puede lograr por completo porque por un lado se cuidan ciertos puntos, pero por otro se descuidan los consumos y como se demuestra en cada momento se muestra que el capitalismo está presente porque es el modelo económico que domina. Por lo tanto, mientras que no se cambie la forma de pensar de la población o se cambie la educación ambiental para llevar a cabo este tipo de modelos como lo es la economía circular no se puede lograr por completo, además de que para efectos del presente artículo solo se menciona de los residuos plásticos, sin tomar en cuenta los demás materiales que existen, así como los orgánicos e inorgánicos no valorables y sus procesos complejos que les corresponde.

5. Conclusiones

La economía circular no es el mejor modelo llevado a la práctica porque requiere de los otros dos modelos como complemento para que se logre por completo, pero mientras que el modelo productivo capitalista prevalezca, no se erradicaran los residuos, ya que toda actividad del ser humano por mínima que sea genera residuos.

Lo que no es buena noticia para muchos habitantes de la ciudad de México, sin embargo, se puede tomar la iniciativa de plantear desde el lado académico proyectos relacionados con centros integrales de residuos sólidos urbanos, para evitar que sean depositados en sitios de destino final. De esta manera se puede contribuir a reducir el impacto negativo que se le provoca al medio ambiente. Lo que para unos es un desecho sin valor, para otros es negocio, lo cual puede crecer sabiendo llevar el reciclaje adecuado.

Cabe mencionar que la economía circular en teoría y como modelo planteado suena y se ve muy bien, pero en la realidad implica mucho tanto económico, como político y toda la colaboración social por medio de la educación ambiental se podría lograr.

6. Referencias

- Cerdá, E., & Khalilova, A. (2016). Economía circular. *Economía industrial*, 401(3), 11-20. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5771932>
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. (25 de diciembre de 2020). *Las tres "erres" mágicas*. <https://www.gob.mx/conanp/es/articulos/las-tres-erres-magicas?idiom=es>
- Del Río, A. (29 de agosto de 2023). La diferencia entre residuo y basura. *GTA Ambiental*. <https://gtaambiental.com/diferencia-entre-residuo-y-basura/>
- Editorial RSyS. (8 de enero de 2022). 3R La regla de las tres erres: Reducir, Reciclar y Reutilizar. *Responsabilidad Social Empresarial y Sustentabilidad*. <https://responsabilidadsocial.net/3r-la-regla-de-las-tres-erres-reducir-reciclar-y-reutilizar/>
- Equipo editorial, Etecé. (25 de diciembre de 2020). *Capitalismo*. Enciclopedia Concepto. Recuperado el 20 de mayo de 2024 de <https://concepto.de/capitalismo/>
- Equipo editorial, Etecé. (8 de abril de 2024). *Capitalismo*. Enciclopedia Humanidades. Recuperado el 20 de mayo de 2024 de <https://humanidades.com/capitalismo/>
- Fundación Ellen McArthur. (10 de febrero de 2023). *¿Qué es la economía lineal?* <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/es/que-es-la-economia-lineal>
- Fundación Ellen McArthur. (16 de febrero de 2022). *Circular productos y materiales*. <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/es/circular-productos-y-materiales>
- Fundación Ellen McArthur. (23 de marzo de 2023). *Escuelas de pensamiento que inspiraron la economía circular*. <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/es/escuelas-de-pensamiento-que-inspiraron-la-economia-circular?sortBy=rel>

Plastics Oceans International. (23 de febrero de 2021). *Conceptos básicos sobre 7 tipos comunes de plástico*. <https://plasticoceans.org/7-tipos-de-plastico-mas-comunes/>

Sevilla, A. (30 de mayo de 2019). *Capitalismo*. Economipedia.com. Recuperado el 20 de mayo de 2024 de <https://economipedia.com/definiciones/capitalismo.html>

Vargas, C. (2023). *La economía circular como mecanismo de reducción del impacto ambiental por los residuos sólidos urbanos, caso de estudio: Zona Metropolitana de la Ciudad de México* (Tesis maestría) Instituto Politécnico Nacional.

Zero waste. (27 de julio de 2020). *Who Started the Zero Waste Movement?*. <https://www.zerowaste.com/blog/what-is-it-who-started-the-zero-waste-movement/>

CONTRIBUCIONES DE AUTORES/AS, FINANCIACIÓN Y AGRADECIMIENTOS

AUTOR/ES:

Citlalli del Carmen Vargas Rosas:
Instituto Politécnico Nacional.

Ingeniera Arquitecta y Maestra en Ciencias en Arquitectura y urbanismo por ESIA Tecamachalco, Instituto Politécnico Nacional. Actualmente doctorando en programa Doctorado en Ciencias en arquitectura y urbanismo en Instituto Politécnico Nacional. Participado como ponente y tallerista para congresos, seminarios y coloquios, en temas relacionados con el medio ambiente.

cvargasr1401@alumno.ipn.mx