

Los residuos no se crean ni se destruyen solo se transforman: el camino hacia una economía circular

Erika Michell Cazarín-Luna¹
Itzel Galaviz-Villa²

Introducción

Los Residuos Sólidos Urbanos (RSU) se originan en actividades cotidianas, en hogares, oficinas y pequeñas empresas comerciales. Estos incluyen los restos de alimentos, papel, cartón, plástico, vidrio, textiles, residuos de jardín y otros materiales que se desechan en espacios públicos. La correcta gestión de los RSU es fundamental para minimizar su impacto ambiental y promover una Economía Circular (EC), cuyo objetivo es conservar los productos o materiales en uso durante el mayor tiempo posible, a través de la reutilización, rediseño y renovación, es decir, la transformación de estos productos o materiales para reducir la generación continua de residuos.

De acuerdo con el objetivo 11 de la Agenda 2030 de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), se espera que las ciudades logren reducir su impacto ambiental prestando atención, entre otras cosas, a la gestión de los desechos municipales. Esto permitiría, desde el punto de vista de la sostenibilidad, satisfacer las necesidades actuales sin comprometer la disponibilidad de los recursos para las generaciones futuras; garantizando el equilibrio entre el

crecimiento económico, el cuidado del medio ambiente y el bienestar social. Sin embargo, en 2020, se generaron en el mundo 2,000 millones de toneladas de RSU y de acuerdo con el Banco Mundial (BM) (2018), se pronostica que esta cifra aumente a 3,400 millones de toneladas para el 2050; esto es un poco más de 1 millón de estadios Azteca de capacidad.

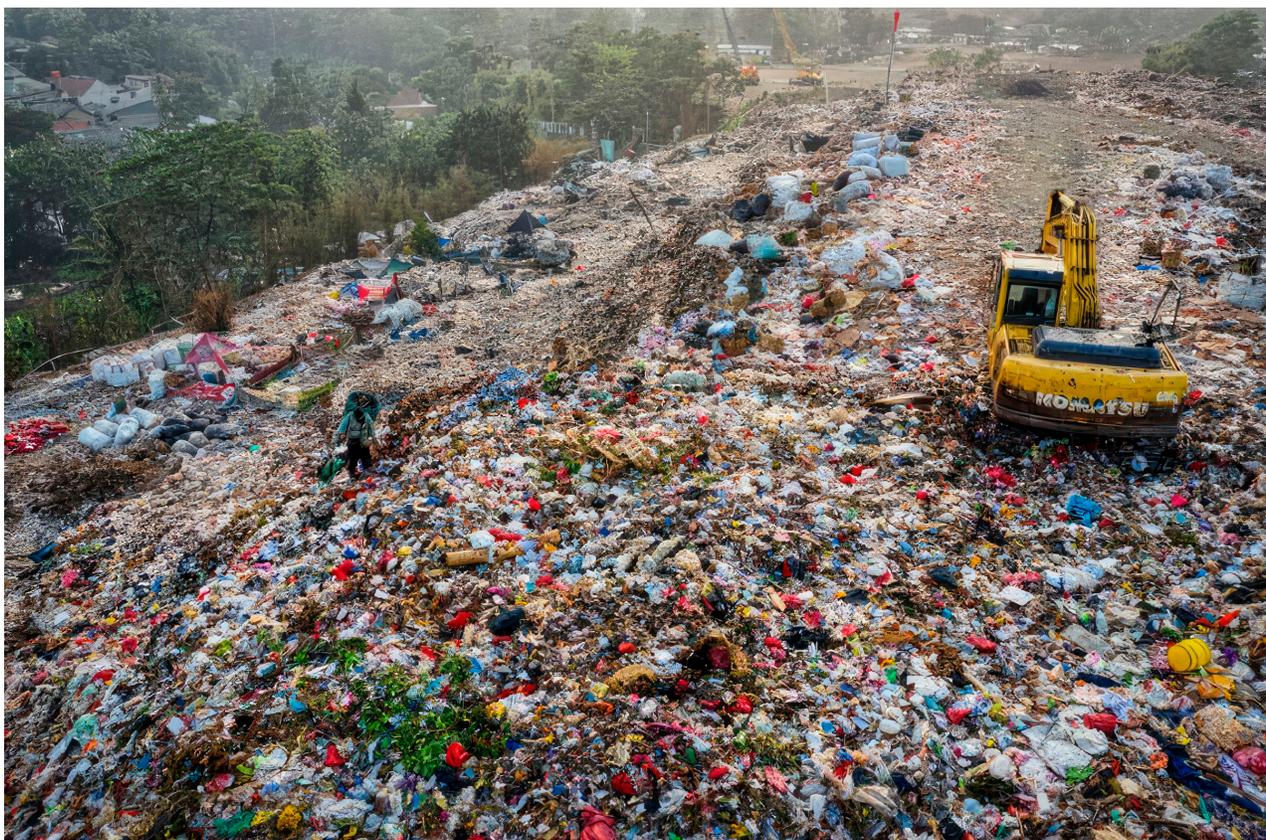
Problemática de la Generación y Gestión de RSU en México

La generación de residuos experimenta un aumento creciente, como resultado del crecimiento de la población y del consumo. En países como México, donde el 90% de residuos no se gestiona de manera adecuada, esta problemática representa una seria amenaza para el medio ambiente y la salud. De acuerdo con cifras de Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) (2017) en México se generan diariamente 102,895 toneladas de RSU de las cuales solo se recicla el 9.63 %. Los residuos orgánicos, como los desechos de jardín, desechos de alimentos y productos de papel, son la mayor parte de residuos, seguido de los reciclables como botellas de plástico, envases de alimentos, papel o cartón. El incremento de la generación de RSU incentiva el aumento de vertederos a cielo abierto (áreas destinadas para el almacenamiento de los RSU). En todo México se reportan 1,600 vertederos al aire libre, además de los vertederos clandestinos (Hernández, 2022), estos lugares, siguen

1. Estudiante de Doctorado en Ciencias Ambientales, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Boca del Río. Veracruz-Córdoba.
Email: michell.luna09@gmail.com

2. División de Estudios de Posgrado e Investigación, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Boca del Río. Veracruz-Córdoba.
Email: itzelgalaviz@bdelrio.tecnm.mx

Figura 1
Vertedero de RSU



Nota. Tomado de Camva.com

siendo la principal opción de eliminación de RSU (figura 1).

Los pobladores que viven cerca de uno o más vertederos están expuestos a diversos riesgos a la salud, por ejemplo, cáncer, náuseas, migrañas, problemas respiratorios, infecciones en la piel y ojos (Muntasir *et al.*, 2024). Desde el punto de vista ambiental, los gases generados en los vertederos como metano y dióxido de carbono son considerados Gases de Efecto Invernadero (GEI), los cuales se encuentran en la atmósfera y atrapan el calor, lo que contribuyen al calentamiento global y cambio climático.

Leyes ambientales en México para la disposición de RSU

En México, la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (LGPGIR), busca que

durante la gestión de RSU no se afecte a la salud y al medio ambiente. Esta ley establece que cada municipio debe implementar un programa municipal para la prevención y gestión integral de RSU, sin embargo; no existe instrumento legal que regule la reducción en la generación de residuos y el reciclaje.

En 2020, 74 empresas del giro industrial firmaron un acuerdo nacional para la nueva economía del plástico en México, con el objetivo de identificar acciones, que para el 2030, permitan eliminar envases y empaques innecesarios. En 2021, se decretó la Ley General de Economía Circular (LGEC), que tiene como objetivo reducir el impacto ambiental derivado de las actividades económicas, minimizar el desperdicio de materiales y disminuir el consumo de materias a través de la reutilización, el reciclaje y el rediseño.

Figura 2.
Composta



Nota. Tomado de Canva.com

Transformación de los RSU y la generación de energía

La transformación de residuos en energía aborda tres aspectos importantes: gestión de residuos, energía limpia y reducción de los GEI. Esto permite recuperar energía de los residuos en lugar de desecharlos en vertederos (Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos [US EPA por sus siglas en inglés], 2020). Entre las alternativas para convertir los residuos en energía se encuentran las conversiones termoquímicas, como la gasificación, la cual es un método que transforma los RSU en gas sintético (syngas). La incineración es otro método que transforma los residuos en energía térmica y vapor para generar electricidad; y por último la pirólisis, que es la degradación térmica de los residuos en ausencia de oxígeno, es decir, sin exposición al aire. Como consecuencia de la transformación de los RSU en energía, se generan

tres productos principales: líquido (bioaceite), gases no condensables y residuos de carbono sólido (biocarbón) (Muntasir *et al.*, 2024). Por otro lado, existe la generación de energía mediante técnicas biológicas como la composta (figura 2), que se utiliza para descomponer los residuos orgánicos biológicamente con la ayuda de hongos, bacterias, gusanos, entre otros organismos.

Transformación de los residuos: Más allá de las 3R

Se han incluido tres principios adicionales a las 3R de *Reducir, Reusar y Reciclar*, las cuales son; *Recuperar, Rediseñar y Remanufacturar*. Estas buscan una gestión más completa y sostenible de los recursos, lo que las convierte en las 6Rs, que amplían el enfoque para incluir la recuperación y sustitución de materiales no sostenibles y, además, la reflexión sobre los hábitos de consumo. Por ejemplo, en

países como Dinamarca las botellas de cerveza se reciclan hasta 35 veces. La recuperación, rediseño y remanufactura está orientada a reducir la cantidad de residuos enviados a vertederos, eliminar los componentes no reciclables, optimizar los procesos de fabricación, recuperar y reacondicionar los materiales para su reutilización y promover la EC (Maqbool *et al.*, 2019).

Transformación de residuos: Iniciativas a nivel internacional

A nivel mundial, Países Bajos es la nación líder en la aplicación de EC, ya que la considera como modelo económico y de producción; con una métrica de circularidad de 24.5 %, lo que significa que casi una cuarta parte de los materiales utilizados son reciclados o reutilizados. A corto y mediano plazo, el gobierno holandés ostenta metas ambiciosas: una economía 50 % circular para el 2030 y del 100 % para el 2050 (Sandoval *et al.*, 2022).

En Suiza el reciclaje es una acción obligatoria. Clasifican sus residuos muy rigurosamente, por lo cual la mayor parte de su basura es reciclada. En 2021 se estimaba que era reciclado el 94 % de vidrio, 94 % de aluminio y 82 % de botellas Polietileno Tereftalato (PET), 63 % de pilas y baterías, por lo cual el 0% de los RSU se depositan en vertederos. En general el 52 % de sus residuos se reciclan y el 48 % se transforma en energía en plantas incineradoras. Las principales estrategias que ha aplicado este país para convertirse en la nación que más recicla en el mundo son; 1) la implementación de contenedores de manera estratégica, principalmente en zonas muy transitadas como supermercados; 2) infraestructura de alto nivel, 3) la incentivación de los poderes públicos sobre el reciclaje, y 4) disposiciones legales para promover la eliminación de residuos (Departamento Federal de Asuntos Exteriores [FDFA por sus siglas en inglés], 2023).

Conclusión

Para hacer frente a la problemática de los RSU, se están tomando acciones en diversas áreas que van desde políticas públicas hasta iniciativas privadas

y ciudadanas, como la implementación de la Ley General de Economía Circular en México, cuyo objetivo ha sido adoptado en varios países del mundo. Por otro lado, el uso de tecnologías para la gestión de residuos, como la transformación de estos en energía limpia, son consideradas soluciones para reducir la cantidad de basura que ingresa a los vertederos. La participación ciudadana es esencial, y cada vez más personas se están sensibilizando en la reducción de plásticos de un solo uso y el consumo responsable.

A pesar de que existen soluciones, aún hay desafíos, como la falta de infraestructura y la necesidad de una mayor cooperación entre los sectores público y privado. Es necesario generar conciencia e incentivar la educación ambiental en México, con el propósito de cambiar el paradigma sobre el manejo de los RSU y su correcta disposición.

Referencias

- Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos [US EPA]. (2020). Environmental Protection Agency. Mejores prácticas para la gestión de residuos sólidos: Una guía para los responsables de la toma de decisiones en los países en vías de desarrollo. <https://nepis.epa.gov/Exe/ZyPDF.cgi/P10116D1.PDF?Dockey=P10116D1.PDF>
- Banco Mundial [BM]. (2018). Los desechos: un análisis actualizado del futuro de la gestión de los desechos sólidos. <https://www.bancomundial.org/es/news/immersive-story/2018/09/20/what-a-waste-an-updated-look-into-the-future-of-solid-waste-management>
- Departamento Federal de Asuntos Exteriores [FDFA]. (2023). Recycling. <https://www.eda.admin.ch/aboutswitzerland/es/home/umwelt/natur/recycling.html>
- Hernández, C. M. (2022). Ríos de basura: México, la otra historia de la Agenda 2030. <https://ethic.es/2022/11/mexico-basura-reciclaje-agenda2030/#:~:text=En%20todo%20M%C3%A9xico%20a%C3%BA%20hay,ya%20no%20pueden%20ser%20reciclados>.
- Maqbool, Y., Zeeshan, M., Hussain, A., Ali, H., Javed, S. Saad, M., Aamir, M., Mumtaz, S., Mustafa, S. y Atif, M. (2019). An implementation framework to attain 6R-based sustainable lean implementation—A case study. *Ieee Access*, 7, 117561-117579. <https://ieeexplore.ieee.org/document/8805067>

- Muntasir, S., Ahamed, F., Rahman, W., Rahman, A., Chakraborty, P., Hossain, Z. y Uddin, M. (2024). Strategies of managing solid waste and energy recovery for a developing country – A review. *Heliyon*. 10. e24736. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e24736>
- Sandoval, E., Ramos, G. G., y Correa, A. (2023). Midiendo la economía circular en México. *Realidad, datos y espacio. Revista internacional de estadística y geografía*, 14 (1). <https://biblat.unam.mx/es/revista/realidad-datos-y-espacio-revista-internacional-de-estadistica-y-geografia/articulo/midiendo-la-economia-circular-en-mexico>
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales [SEMARNAT]. (2017). Residuos sólidos urbanos (RSU). <https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/residuos-solidos-urbanos-rsu>