



De la cadena de suministro a la economía circular: caso de estudio simulador logístico de la UTeM

From Supply Chain to Circular Economy: UTeM Logistics Simulator Case Study

<https://doi.org/10.58299/utp.267.c945>

Rodrigo Israel Cancino Uribe 

Universidad Tecnológica de Manzanillo
Operaciones logísticas y Comercio Exterior
rcancino@utem.edu.mx

Miriam Roxana Vázquez Zamudio 

Universidad Tecnológica de Manzanillo
Logística, Cadena de Suministro
mvazquez@utmanzanillo.edu.mx

Claudia Vargas López 

Universidad Tecnológica de Querétaro
División de Económico Administrativa
cvargas@uteq.edu.mx

Resumen

La Administración de la Cadena de Suministro es el motor de la economía global, pero su operación tradicional se ha anclado en un modelo lineal (extracción, producción, consumo y desecho) que ya no es sostenible. Esta visión genera altos volúmenes de residuos y un consumo insostenible de recursos. Este dilema se replica incluso en los espacios de formación académica, como las Universidades Tecnológicas, donde la generación y el mal manejo de residuos sólidos durante las prácticas profesionales representan una contradicción entre la teoría y el compromiso ambiental. La UTeM, a través de su Simulador Logístico, ofrece el escenario perfecto para examinar esta problemática y proponer una solución. Este espacio, diseñado para emular la cadena de suministro real, se convierte inadvertidamente en un generador de residuos (embalajes, paletas, guías de papel). El estudio plantea la necesidad imperiosa de transformar el simulador en un entorno de Economía Circular, justificando el desarrollo de competencias ambientales en los futuros profesionales de la logística, inculcando una conciencia ecológica activa. El Objetivo General de esta investigación es eliminar la economía lineal e implementar la economía circular en el Simulador Logístico de la UTeM para contribuir al desarrollo sostenible de las Universidades Tecnológicas.

Palabras clave: economía, simulador, logístico, sostenibilidad, implementar

Abstract

Supply chain management is the engine of the global economy, but its traditional operation has been anchored in a linear model (extraction, production, consumption, and disposal) that is no longer sustainable. This approach generates high volumes of waste and unsustainable resource consumption. This dilemma is even replicated in academic training settings, such as technological universities, where the generation and mismanagement of solid waste during professional internships represent a contradiction between theory and environmental commitment. UTeM, through its Logistics Simulator, offers the perfect setting to examine this problem and propose a solution. This space, designed to emulate the real supply chain, inadvertently becomes a generator of waste (packaging, pallets, paper waybills). The study raises the urgent need to transform the simulator into a Circular Economy environment, justifying the development of environmental skills in future logistics professionals, instilling an active ecological awareness. The overall objective of this research is to eliminate the linear economy and implement the circular economy in the UTeM Logistics Simulator to contribute to the sustainable development of Technological Universities.

Keywords: economics, simulator, logistics, sustainability, implement.



Introducción

Este estudio aborda la transición crítica de la Economía Lineal a la Economía Circular (EC) dentro del entorno académico-práctico del Simulador Logístico de la Universidad Tecnológica de Manzanillo (UTeM). Reconociendo que el manejo inadecuado de residuos sólidos es un problema sistémico en las instituciones educativas, y que México apenas recupera entre el 9% y el 12% de sus desechos (FUMEC, 2025), el objetivo general es eliminar el modelo lineal de la cadena de suministro en el simulador e implementar prácticas circulares para fomentar la sostenibilidad.

Mediante una metodología de investigación-acción, el proyecto se enfoca en tres ejes:

- 1) Identificar y cuantificar los principales residuos generados en las prácticas de la carrera de Cadena de Suministro;
- 2) Diseñar protocolos para reducir, reutilizar y reciclar (3R) estos insumos;
- 3) Incorporar los beneficios de la EC directamente en el currículo de las materias de especialidad.

Este caso de estudio busca generar un modelo replicable que desarrolle competencias ambientales en la comunidad universitaria, convirtiendo el simulador logístico en un laboratorio de gestión sostenible y abordando la falta de ejemplos exitosos y el desconocimiento del concepto en el ámbito educativo mexicano.

Objetivo general:

Eliminar la economía lineal e implementar la economía circular en el Simulador Logístico de la UTeM para contribuir al desarrollo sostenible de las Universidades Tecnológicas.





Objetivos específicos:

Identificar los principales residuos que se utilizan dentro del simulador logístico de la UTeM para llevarlos a los centros de acopio y así apoyar a la universidad en establecer un programa de reciclado.

Diseñar estrategias de reutilización y valoración de materiales provenientes de las prácticas logísticas, fomentando su reincorporación en procesos académicos y productivos para reducir el consumo de recursos vírgenes.

Implementar un sistema de trazabilidad y monitoreo de residuos dentro del simulador logístico de la UTeM que permita evaluar el impacto ambiental y medir los avances hacia la economía circular.

Capacitar a estudiantas y personal docente en principios de economía circular, promoviendo la adopción de buenas prácticas de reciclaje, reducción y aprovechamiento de residuos dentro de la universidad.

Planteamiento del problema

La generación de residuos sólidos y un mal manejo de ellos, son dos de los grandes problemas a lo que nos enfrentamos en las universidades; según datos de la Fundación México – Estados Unidos para la ciencia (FUMEC) ONG que impulsa la colaboración entre los actores claves de los dos países para fomentar la competitividad basada en la innovación comenta: “Que en México apenas entre el 09% y el 12% de los residuos se recuperan”, una cifra que muestra el potencial Desaprovechado en el país. (FUMEC, 2025).

Sin embargo, en México, a pesar de la creciente aceptación por el nuevo modelo de economía circular por parte de la academia, los gobiernos, las empresas son relativamente escasos los ejemplos de éxito en México; esto se atribuye al desconocimiento del concepto, la falta de condiciones para que dichas iniciativas





circulares prosperen, así como incluso a la falta de comunicación de proyectos exitosos. Así lo comentaron el grupo de trabajo de la Agenda 2030 (GTA 2030), iniciativa del Consejo Coordinador Empresarial y el Pacto Mundial México. (CCE, 2022).

Por lo anterior es necesario e importante desarrollar alternativas articuladas para el manejo de residuos y se pueda contribuir con una educación ambiental, desarrollando competencias, habilidades y destrezas en las comunidades universitarias, así como un compromiso social y ambiental para el cuidado del planeta. Ya que actualmente no hay una conciencia ecológica, hay una nula cultura ambiental y una baja motivación por conocer sobre estos temas y sus consecuencias, lo que genera contaminación y una mala enseñanza a las futuras generaciones.

Por lo que es importante identificar ¿Cómo fomentar la economía circular en los alumnos de las Universidad Tecnológica de Manzanillo, en específico, de la carrera en cadena de suministro, durante el desarrollo de sus prácticas en las materias de especialidad, en el simulador logístico?

Dos, ¿Cómo poder reducir, reutilizar y reciclar los insumos que se utilizan y que se tiran a la basura por las prácticas que se desarrollan en el simulador logístico.

Tres, ¿Cómo incorporar los beneficios de la economía circular dentro de las prácticas en las materias de especialidad que se desarrollan en la carrera de cadena de suministro, de la Universidad Tecnológica de Manzanillo?

Justificación

El presente estudio sobre la transición de la cadena de suministro a la economía circular en el Simulador Logística de la UTeM, se plantea desde tres vertientes esenciales: la académica-formativa, la ambiental-social y la económica-estratégica, considerando lo siguiente:





Pertinencia académica y formativa

La administración de la Cadena de Suministro (logística) tradicionalmente ha operado bajo un modelo lineal (tomar, hacer y desechar); de manera, que este trabajo es fundamental para alinear la formación profesional de la UTeM con las tendencias globales de sostenibilidad y responsabilidad social empresarial (RSE), al integrar el concepto de la economía circular directamente en las prácticas del simulador, se desarrollan en los estudiantes las competencias, habilidades y destrezas necesarias para el manejo avanzado de residuos, el diseño de cadenas de suministro inversas y el pensamiento sistémico. De este modo, se atiende la necesidad de generar una educación ambiental activa que combata la nula cultura ecológica y la baja motivación mencionadas en la problemática.

Urgencia ambiental y social

El problema de la generación y el mal manejo de residuos sólidos en entornos universitarios es un desafío crítico, como lo demuestran los datos de FUMEC (2025) sobre la baja tasa de recuperación de residuos en México (9-12%). La intervención en el Simulador Logístico no solo aborda este problema a escala local, sino que lo convierte en un Laboratorio de Buenas Prácticas que puede ser replicado en otras Universidades Tecnológicas, contribuyendo así directamente a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS); la justificación social reside en la urgencia de establecer alternativas articuladas para el manejo de residuos y fomentar un compromiso social y ambiental con el cuidado del planeta.

Relevancia económica y estratégica

A nivel estratégico, el estudio aborda directamente la necesidad de generar ejemplos de éxito en economía circular en México, un problema señalado por el CCE (2022); la implementación de un programa de reciclado y la optimización de insumos en el simulados demuestran cómo la eliminación de la economía lineal puede generar





eficiencias, reducir costos operativos (al reutilizar y reciclar insumos) y crear valor a partir de los residuos. La economía circular en la enseñanza de las materias de especialidad, ofreciendo un modelo de gestión que es tanto ecológico como económicamente viable.

Metodología

El proyecto se aborda con una metodología mixta, predominando un enfoque de investigación-acción debido a la naturaleza práctica del objetivo (implementar un modelo de cambio) y su aplicación directa en el entorno de la UTeM.

Tipo de investigación

Investigación-Acción Participativa (IAP): El estudio busca no solo investigar un fenómeno, sino transformar una práctica (la gestión de residuos en el simulador) a través de un ciclo continuo de planificación, acción, observación y reflexión; los estudiantes y personal de la UTeM serán los actores clave en la identificación de residuos y la implementación de las soluciones circulares.

Estudio de caso: Se focaliza específicamente en el Simulador Logístico de la UTeM como unidad de análisis.

Fases de la metodología

El proyecto se desarrollará en tres fases secuenciales alineadas con los objetivos específicos y las preguntas de investigación:





Tabla 1. Matriz de operacionalización metodológica.

Fases	Objetivo Principal	Actividades Clave	Instrumento de Recolección
Fase I: Diagnóstico (Respuesta a Pregunta 2 y O.E. 1)	Identificar y cuantificar los residuos, y evaluar la cultura ambiental.	* Observación Directa No Participante: Registro sistemático de los insumos utilizados y desechados durante las prácticas. * Inventario de Residuos: Clasificación de los principales residuos (plástico, cartón, embalaje) y estimación de su volumen/frecuencia. * Encuestas y Entrevistas: Aplicación de cuestionarios a estudiantes y docentes de la carrera para medir la conciencia ecológica y la motivación actual sobre la economía circular.	Guía de Observación, Ficha de Inventario, Cuestionario Escala Likert.
Fase II: Diseño del Modelo Circular (Respuesta a Pregunta 3)	Diseñar el modelo de reducir, reutilizar y reciclar (3R) específico para el simulador e integrarlo al currículo.	* Mapeo de Flujo: Identificación de los puntos de desecho y diseño de rutras de acopio dentro del simulador. * Diseño de Protocolos 3R: Elaboración de manuales para la reutilización de embalajes y la reducción del consumo. * Consulta a Expertos: Entrevistas semiestructuradas con personal de la UTEM (Vinculación, Servicios Generales) para establecer el programa de reciclado . * Propuesta Curricular: Creación de material didáctico para incorporar los beneficios de la economía circular en las materias de especialidad.	Diagramas de Flujo (BPMN), Entrevistas Semiestructuradas.
Fase III: Implementación y Evaluación (Respuesta a Pregunta 1)	Implementar el modelo circular y evaluar el cambio de conciencia en los estudiantes.	* Implementación de Centros de Acopio: Establecer físicamente los puntos de reciclaje. * Capacitación: Taller piloto dirigido a estudiantes y docentes sobre los nuevos protocolos 3R. * Post-Test y Observación: Aplicación del mismo cuestionario de la Fase I (post-test) para medir el cambio en la conciencia ecológica y la motivación. * Medición del Impacto: Cuantificación de la cantidad de residuos desviados de la basura al centro de acopio.	Observación Participativa, Post-Test, Registro de Desviación de Residuos.

Fuente: elaboración propia.





Población y muestra

Población: Estudiantes y docentes de la carrera de Logística, área Cadena de Suministro de la UTeM que utilizan el Simulador Logístico para sus prácticas.

Muestra: Se utilizar un muestro probabilístico por conveniencia incluyendo a los grupos de especialidad que utilicen el simulador con mayor frecuencia.

Consideraciones éticas:

Se garantizará la confidencialidad de las respuestas de los participantes y el uso de los datos recolectados será exclusivamente para fines de investigación y mejora institucional.

Resultados y conclusiones

Resultados

El análisis de las entrevistas iniciales con el personal clave (dos docentes que realizan prácticas en el simulador logístico) reveló una coincidencia total (100% de las entrevistas) respecto a la brecha conceptual que existe entre el modelo de Economía Circular (EC) y las prácticas de gestión de residuos de los estudiantes de la carrera de logística, área Cadena de Suministro

Ambos informantes clave indicaron que, si bien existe una familiarización con las acciones básicas de reutilización y reciclaje, el concepto holístico y estratégico de la Economía Circular es prácticamente desconocido entre la población estudiantil. Esta distinción es fundamental para el proyecto, ya que la EC implica una transformación del modelo de negocio (diseño del ciclo de vida del producto), no solo la gestión del residuo al final del proceso.





Entrevista 1: "Ellos conocen el 'reciclaje', lo de la separación de materiales, pero cuando les preguntas sobre *Economía Circular* como un modelo de cadena de valor o cómo afecta el diseño logístico, ahí hay una laguna enorme."

P2: Tres tipos de insumos-materiales que se utilizan y desechan con mayor valor: Emplaye, fleje, tarimas

Los resultados sugieren que el conocimiento de los estudiantes se limita a los eslabones finales de la cadena lineal. La falta de conocimiento del término Economía Circular implica que la visión del residuo se aborda como un problema de disposición y no como una oportunidad de reincorporación al sistema.

Entrevista 2: "La mayoría piensa que con solo 'reutilizar' las cajas en el simulador ya estamos siendo circulares, pero el concepto de cierre del ciclo o de residuo cero no lo tienen. No hay una conciencia de la planificación para que ese insumo vuelva a entrar en el proceso de forma eficiente."

Esta coincidencia bimodal justifica la necesidad de integrar un componente curricular que eleve el conocimiento de los estudiantes más allá de las acciones puntuales de las **3R** hacia la comprensión de la **Economía Circular** como un principio de gestión sistémica.

Discusiones

Los resultados del estudio coinciden con lo reportado por FUMEC (2025), que señala la baja recuperación de residuos en México, y con el CCE (2022), que advierte sobre el limitado desarrollo de proyectos de economía circular debido a la falta de conocimiento y condiciones adecuadas. En el contexto del simulador logístico de la





UTeM, esta misma problemática se refleja en la brecha entre la teoría conocida por los estudiantes y su aplicación práctica.

Un hallazgo relevante es que la percepción estudiantil de circularidad se limita a acciones finales como el reciclaje, y no comprende la circularidad como un proceso completo que inicia desde el diseño y planeación logística. Este comportamiento ha sido reportado en otros estudios universitarios, donde la economía circular tiende a interpretarse como un proceso de disposición final y no como una estrategia de transformación del modelo productivo.

La investigación-acción se confirma como un enfoque idóneo para generar cambios reales dentro del simulador, ya que permite involucrar activamente a docentes y estudiantes en la transformación del sistema. Esto favorece una adopción más rápida de prácticas circulares y una mayor apropiación del modelo.

Asimismo, el análisis evidencia que el simulador logístico, por su naturaleza práctica, representa un espacio privilegiado para integrar la economía circular como competencia profesional. En este sentido, la creación de protocolos 3R, la incorporación de módulos formativos y la implementación de centros de acopio no solo atienden necesidades ambientales, sino que fortalecen las competencias laborales de los estudiantes.

Finalmente, los resultados abren nuevas líneas de investigación y acción, como la medición de impacto ambiental en el mediano plazo, la implementación de logística inversa avanzada, el análisis de costos evitados y la incorporación de tecnologías verdes. La transición del simulador hacia un entorno circular puede convertirse en un referente académico a nivel nacional.





Conclusiones

Los hallazgos de este estudio confirman que el Simulador Logístico de la UTeM opera bajo un paradigma esencialmente lineal que reproduce patrones de generación de residuos poco compatibles con los principios contemporáneos de sostenibilidad. La evidencia empírica obtenida mediante observación, inventarios y entrevistas demuestra que, aunque los estudiantes poseen nociones elementales sobre reciclaje y reutilización, su comprensión del modelo de Economía Circular (EC) es fragmentada y está restringida a acciones de disposición final, sin incorporar la visión sistémica que implica el rediseño de procesos, el cierre de ciclos y la valorización de recursos.

El diagnóstico permitió identificar tres residuos críticos en términos de volumen y relevancia logística: emplaye, fleje y tarimas, los cuales representan insumos con alto potencial para reincorporarse a un flujo circular dentro del propio simulador. De igual manera, se constató la ausencia de protocolos institucionales estandarizados que orienten su gestión desde una perspectiva integral.

La implementación de un modelo de EC en el simulador logístico no solo es técnicamente viable, sino estratégica para la formación de profesionales de la cadena de suministro. La creación de protocolos 3R, la instalación de centros de acopio y la incorporación curricular de contenidos de circularidad constituyen intervenciones que pueden transformar el simulador en un laboratorio vivencial de sostenibilidad. Este proceso permitirá que los estudiantes desarrollen competencias ambientales, pensamiento sistémico y habilidades de gestión de residuos alineadas con los Objetivos de Desarrollo Sostenible y con las tendencias globales en logística sostenible.

En síntesis, la transición hacia la economía circular en el entorno formativo de la UTeM representa una oportunidad significativa para cerrar brechas entre la teoría y la





práctica, mejorar la cultura ambiental universitaria y generar un modelo replicable para otras instituciones de educación superior del país. Este caso de estudio ofrece un precedente valioso que evidencia que la educación logística puede —y debe— incorporar modelos de circularidad como eje rector de la innovación académica y profesional.





Bibliografía

- Christopher, M. (2016). *Logistics & Supply Chain Management* (5th ed.). Pearson.
- Consejo Coordinador Empresarial. (2022). Buenas prácticas de economía circular en México. Pacto Mundial México. <https://pactoglobal.org.mx/wp-content/uploads/2022/07/economicircular-buenaspracticas-final.pdf>
- Ellen MacArthur Foundation. (2013). *Towards the Circular Economy: Economic and business rationale for an accelerated transition*. EMF.
- Fundación México–Estados Unidos para la Ciencia. (2025, enero 26). FUMEC impulsa a las empresas mexicanas hacia la sostenibilidad con servicios clean-tech. <https://fumec.blog/convocatorias/fumec-impulsa-a-las-empresas-mexicanas-hacia-la-sostenibilidad-con-servicios-clean-tech/>
- Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N., & Hultink, E. (2017). The circular economy: A new sustainability paradigm? *Journal of Cleaner Production*, 143, 757–768. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652616321023> <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.048> Get rights and content
- Genovese, A., Acquaye, A., Figueroa, A., & Koh, L. S. (2017). Sustainable supply chain management and the transition toward a circular economy. *Omega*, 66, 344–357. https://eprints.whiterose.ac.uk/id/eprint/94835/1/Latest_Genovese_et_al_OMEGA_30%20April%202015.pdf <https://doi.org/10.1016/j.omega.2015.05.015>
- Govindan, K., Soleimani, H., & Kannan, D. (2015). Reverse logistics and closed-loop supply chain: A comprehensive review to explore the future. *Journal of Cleaner Production*, 97, 3–16. https://www.researchgate.net/publication/266749885_Reverse_logistics_and_closed-loop_supply_chain_A_comprehensive_review_to_explore_the_future DOI:10.1016/j.ejor.2014.07.012
- Kirchherr, J., Reike, D., & Hekkert, M. (2017). Conceptualizing the Circular Economy: An analysis of 114 definitions. *Resources, Conservation and Recycling*, 127, 221–232. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.09.005>
- Lozano, R. (2014). A review of the literature on sustainability in higher education. *Sustainability*, 6(2), 1048–1061.
- Wiek, A., Withycombe, L., & Redman, C. (2011). Key competencies in sustainability: A reference framework for Academy. *Sustainability Science*, 6(2), 203–218. <https://www.scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=3435745> <https://doi.org/10.1007/s11625-011-0132-6>



