



Economía circular, innovación tecnológica y sustentabilidad

Casos de estudio



**COMUNICACIÓN
CIENTÍFICA**

**Patricia Rivera Acosta
Rosa Elia Martínez Torres
Juan Carlos Neri Guzmán**
(coordinadores)

Economía circular, innovación tecnológica y sustentabilidad: casos de estudio



**COMUNICACIÓN
CIENTÍFICA**

Ediciones Comunicación Científica se especializa en la publicación de conocimiento científico de calidad en español e inglés en soporte de libro impreso y digital en las áreas de humanidades, ciencias sociales y ciencias exactas. Guía su criterio de publicación cumpliendo con las prácticas internacionales: dictaminación de pares ciegos externos, autenticación antiplagio, comités y ética editorial, acceso abierto, métricas, campaña de promoción, distribución impresa y digital, transparencia editorial e indexación internacional.

Cada libro de la Colección Ciencia e Investigación es evaluado para su publicación mediante el sistema de dictaminación de pares externos y autenticación antiplagio. Invitamos a ver el proceso de dictaminación transparentado, así como la consulta del libro en Acceso Abierto.



www.comunicacion-cientifica.com

[DOI.ORG/10.52501/cc.186](https://doi.org/10.52501/cc.186)



Economía circular, innovación tecnológica y sustentabilidad: casos de estudio

Patricia Rivera Acosta
Rosa Elia Martínez Torres
Juan Carlos Neri Guzmán
(coordinadores)



Economía circular, innovación tecnológica y sustentabilidad : casos de estudio / coordinadores Patricia Rivera Acosta, Rosa Elia Martínez Torres, Juan Carlos Neri Guzmán .— Ciudad de México : Comunicación Científica, 2024. (Colección Ciencia e Investigación).

389 páginas : ilustraciones, gráficas ; 23 × 16.5 centímetros

DOI: 10.52501/cc.186

ISBN: 978-607-9104-26-9

I. Teoría de la economía. 2. Economía circular. I. Rivera Acosta, Patricia, coordinadora. II. Martínez Torres, Rosa Elia, coordinadora. III. Neri Guzmán, Juan Carlos, coordinador.

LC: LB1027.43 M57

DEWEY: 371.36 M57

La titularidad de los derechos patrimoniales y morales de esta obra pertenece a los coordinadores D.R. Patricia Rivera Acosta, Rosa Elia Martínez Torres, Juan Carlos Neri Guzmán, 2024. Reservados todos los derechos conforme a la Ley. Su uso se rige por una licencia Creative Commons BY-NC-ND 4.0 Internacional, <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/legalcode.es>

Primera edición en Ediciones Comunicación Científica, 2024

Diseño de portada: Francisco Zeledón • Interiores: Guillermo Huerta

Ediciones Comunicación Científica, S. A. de C. V., 2024

Av. Insurgentes Sur 1602, piso 4, suite 400,

Crédito Constructor, Benito Juárez, 03940, Ciudad de México,

Tel.: (52) 55-5696-6541 • Móvil: (52) 55-4516-2170

info@comunicacion-cientifica.com • www.comunicacion-cientifica.com

 comunicacioncientificapublicaciones  @ ComunidadCient2

ISBN 978-607-9104-26-9

DOI 10.52501/cc.186



**Esta obra fue dictaminada mediante el sistema de pares ciegos externos.
El proceso transparentado puede consultarse, así como el libro en acceso
abierto, en <https://doi.org/10.52501/cc.186>**

Comité científico

Economía circular, innovación tecnológica y sustentabilidad: casos de estudio

Dra. Martha Santa Ana Escobar

Universidad de Colima

Dra. Virginia Azuara Pugliese

Universidad Autónoma de San Luis Potosí

Dra. Marcela Rebeca Contreras Loera

Universidad Tecnológica de Escuinapa

Dr. Juan Carlos Velázquez Torres

Universidad Tecnológica de Bahía de Banderas

Dra. Josefina Torres De Santiago

Universidad Tecnológica del Estado de Zacatecas

Mtra. María Carmen Lira Mejía

Universidad Tecnológica del Norte de Guanajuato

Dra. Patricia Castillo Galván

Universidad Politécnica de San Luis Potosí

Dra. Elvia Leticia Martínez Sánchez

TNM/Instituto Tecnológico de San Luis Potosí

Mtra. Lourdes Acosta Castillo

Instituto Tecnológico Superior de Guanajuato

Mtra. Juana María Huerta González

TNM/Instituto Tecnológico de San Luis Potosí

Dra. Gloria Mónica Martínez Aguilar

Universidad Tecnológica de Torreón

Dr. Francisco Ernesto Navarrete Báez

Universidad del Valle de Atemajac

Dr. Juan Francisco Castillo León

TNM/Instituto Tecnológico de San Luis Potosí

M. C. Hugo Saavedra Hernández

TNM/Instituto Tecnológico de San Luis Potosí

Dra. María de los Ángeles Cervantes Rosas

Universidad Autónoma de Occidente

Dra. Beatriz Pérez Sánchez

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco

M. C. Hugo de la Rosa Condey

TNM/Instituto Tecnológico de San Luis Potosí

Dra. Beatriz Oralia Ríos Velázquez

TNM/Instituto Tecnológico de San Luis Potosí

Mtra. María Mercedes Mendoza Torres

Universidad Tecnológica de Nezahualcóyotl

M. C. Juan Antonio Alvarado Cano

TNM/Instituto Tecnológico de San Luis Potosí

Mtra. Marisol Ramírez Téllez

Universidad Politécnica de Pachuca

Dra. Virginia López Nevárez

Universidad Autónoma de Occidente

Mtro. Carlos Alberto Ruiz López

Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz

Dr. Juan José Rojas Delgado

Universidad del Valle de Atemajac Campus Zamora

Mtro. Gonzalo Soberanes Flores

Universidad Politécnica del Valle del Évora

Dra. Ma. Isabel de la Garza Robles

Universidad Autónoma de Tamaulipas

Mtro. Jesús Alberto Morales Méndez

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco

Dr. Francisco Nieto Muñoz

TNM/Instituto Tecnológico de San Luis Potosí

Mtro. Jenner Torres Vázquez

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco

Dra. Maricela Ojeda Gutiérrez

Consultor Independiente

Dra. Rosa Elia Martínez Torres

TNM/Instituto Tecnológico de San Luis Potosí

Dra. Patricia Rivera Acosta

TNM/Instituto Tecnológico de San Luis Potosí

Dra. Luisa Renné Dueñas Salmán

Universidad Politécnica de San Luis Potosí

ÍNDICE

Introducción	<u>11</u>
--------------	-----------

Parte I. Economía circular

I. Economía circular en la industria manufacturera textil en Tepeji del Río, Hidalgo	<u>21</u>
--	-----------

Marisol Reséndiz Vega

II. Transformación del modelo de negocio lineal al circular, barreras por superar para lograr la transición a una economía circular	<u>41</u>
---	-----------

Víctor Manuel Molina Morejón, Gloria Cristina Palos Cerda y Jesús Gerardo Morales Rivas

III. El sistema agroalimentario local (Sial) en la perspectiva de la economía circular	<u>65</u>
--	-----------

Isidro Guillermo Rosales Salinas, Jessica Alejandra Avitia Rodríguez y Javier Jesús Ramírez Hernández

IV. La importancia de la economía circular para el crecimiento sostenible. Caso: recicladora del sureste mexicano	<u>89</u>
---	-----------

Nancy Verónica Sánchez Sulú, Cecilia Margarita Calvo Contreras y Alicia Sánchez De La Cruz

V. Residuos alimentarios en Tenancingo, Estado de México: análisis de su cuantificación desde la economía circular	<u>109</u>
--	------------

Jonathan Ramírez Sánchez, Jessica Alejandra Avitia Rodríguez y Javier Jesús Ramírez Hernández

VI. Evaluación de servicios universitarios en la maestría en Economía Circular de la Universidad Tecnológica de Querétaro desde la perspectiva estudiantil	<u>135</u>
--	------------

Lourdes Magdalena Peña Cheng, Isela Prado Rebolledo, Luis Gerardo Mendoza Araujo y Clara Margarita Tinoco Navarro

VII. Un modelo moral afectivo para el desarrollo de la economía circular. Una opción contra la barrera cultural	<u>153</u>
---	------------

Víctor Hugo Robles Francia, Adriana Mariela De la Cruz Caballero, Nancy Fabiola Martínez Cervantes y Víctor Adrián Robles Ramos

VIII. Economía circular aplicada a los residuos de la venta y cría de productos del avestruz en México	<u>173</u>
--	------------

Cecilia Erika Ramírez Alba y Jesús Máximo Montes Díaz

IX. Economía circular y su importancia en la creación de nuevos empleos: caso de estudio México.	<u>209</u>
--	------------

Héctor Guadalupe Ramírez Escamilla, María Concepción Martínez Rodríguez y Martín Cutberto Vera Martínez

Parte II. Innovación tecnológica

X. Dispositivo electrónico sustentable como estrategia para evitar el desbordamiento de contenedores de basura	<u>231</u>
--	------------

Mario Kevin Montoya Ramírez

XI. Contador regla de los 24 segundos, caso de estudio en sector de educación básica	<u>247</u>
--	------------

Jesús Iván Méndez Sánchez

XII. Aerogenerador sustentable para zona rural	<u>265</u>
--	------------

Uriel Rodríguez Palacios, Fabián Jared Andrade Domínguez y Juan Pablo Narváez Alonso

XIII. Módulo de carga inalámbrica MCI. Innovación tecnológica en un plantel educativo	<u>281</u>
---	------------

Alejandro Emilio Pizaña Castro, Ximena Ventura Saldaña, Roberto Tristán Méndez y Jonathan Ulises Palomo Ramos

XIV. Diseño de un modelo de negocio circular del sector alimenticio aplicando inteligencia artificial. Estudio de caso “conservas Santa Rosa Guanajuato”	<u>299</u>
--	------------

Francisco Javier Velázquez Sagahón, Juan Iván Vázquez García y Amneris Aída Preciado Rocha

Parte III. Sustentabilidad

XV. Instrumento de trabajo decente y sustentabilidad en empresa telefónica: Estudio de caso aplicación y alineación	<u>323</u>
---	------------

Juana María Huerta González, Rosa Elia Martínez Torres y Patricia Rivera Acosta

XVI. Influencia de la eco innovación y desempeño competitivo sustentable de las pymes manufactureras	<u>345</u>
--	------------

Javier Eduardo Vega Martínez, María del Carmen Martínez Serna y María del Carmen Bautista Sánchez

XVII. Responsabilidad social corporativa en las microempresas de Tamaulipas. Diferencias según el sexo del directivo	<u>363</u>
--	------------

Daniela Cruz Delgado

Sobre los coordinadores y los autores	<u>375</u>
---------------------------------------	------------

Introducción

Una de las críticas más profundas a las teorías tradicionales del desarrollo es que las corrientes predominantes dan prioridad a consolidar indicadores como el producto interno bruto per cápita, el nivel de exportaciones, el monto de reservas internacionales o la inversión extranjera directa, lo cual privilegia el desarrollo económico a expensas del desarrollo social y supone que el primero gesta el segundo. De esta forma se relegan indicadores como la esperanza de vida, la disposición de médicos per cápita, el nivel educativo y todos los relacionados con la calidad de vida de las personas, la disposición de infraestructura y las oportunidades para el desarrollo.

La evidencia muestra que, en países como México, si bien se ha logrado una estabilidad económica, existen severos desequilibrios tanto en el desarrollo social como en el ambiental, lo que hace evidente el fracaso de los postulados de que el desarrollo económico conlleva el desarrollo social y no toman en cuenta el cuidado del entorno.

El problema identificado son las grandes contradicciones en la política del desarrollo, cuyo principal determinante es el modelo de producción–consumo masivo que, por una parte, ha promovido la producción en masa y la estandarización de los productos a nivel mundial, de tal manera que ha incidido en la sobreexplotación de los recursos naturales, con la invasión y extinción de grandes superficies de áreas verdes, así como la concentración de los ingresos en grandes empresas transnacionales. Esta situación se hace más compleja por fenómenos como el crecimiento de la población, la migración, la pobreza y el debilitamiento de las capacidades de los Estados como rectores del desarrollo (FES, 2018).

Por otra parte, este fenómeno se ha acompañado por un modelo de consumo altamente dinámico que promueve la demanda de grandes cantidades de bienes y servicios que han alterado los hábitos alimenticios y de compra, lo que ha provocado, a su vez, la generación de significativos volúmenes de desechos que se han vuelto un problema en la gestión de las ciudades y que han provocado efectos perniciosos sobre la salud de las personas. Entre dichos efectos está el aumento en las enfermedades crónicas como la obesidad, la diabetes, el cáncer, la hipertensión y la demencia, o de enfermedades no transmisibles, derivadas del consumo de productos con componentes químicos no aptos para el ser humano. Lo anterior incide, a su vez, en una mayor demanda de servicios de salud especializados y costosos, que en buena parte cubre el gobierno e incide en las finanzas públicas. Las muertes por enfermedades no transmisibles representan el 74% de todas las muertes en el mundo (OMS, 2023).

Ante este dilema sobre una inadecuada política de desarrollo, empiezan a aparecer nuevos enfoques sobre cómo debiera abordarse el progreso para hacer de este mundo un lugar habitable, con mejores indicadores de calidad de vida y sostenible a largo plazo. Estas nuevas propuestas incorporan diferentes dimensiones de análisis y busca hacer frente a problemas como la contaminación, la inseguridad, la desigualdad, la discriminación, la migración, la resiliencia, entre otros, que tienen que ver con garantizar las condiciones de vida para la existencia humana en el planeta. Por esta razón ponen atención en la preservación de los ecosistemas, el cuidado de los recursos naturales, la y resiliencia de los individuos y los asentamientos humanos ante los efectos negativos del cambio climático.

Entre las nuevas corrientes alternativas tenemos la bioeconomía, la economía circular, los objetivos del desarrollo sostenible, las soluciones basadas en la naturaleza (SBN), la economía del bienestar, la taxonomía verde o sostenible, el proyecto regional transformación social-ecológica, el índice de ciudades prósperas, la ecología industrial, entre otras. No obstante, lo que los diferentes paradigmas rescatan en común es la necesidad de contar con una población (familias, empresas, organizaciones y gobiernos) cada vez más consciente y participativa en la atención de los problemas que hoy representan los grandes retos de la humanidad (Barrie y Grooby, 2023; Meza y Rodríguez, 2022; Søgaard y Remmen, 2018; Van Hoof, Núñez y de Miguel, 2022; Hungaro *et al.*, 2021; EEA, 2023; Walzberg *et al.*, 2021).

En la economía circular, la principal crítica es hacia el modelo irracional de desarrollo que consiste en “tomar, fabricar y desechar”, cuya toma indiscriminada y extensiva de los recursos naturales, para canalizarlos hacia una producción en masa que busca grandes beneficios gracias a un comportamiento inconsciente de consumo masivo y dinámico de la población, genera grandes desechos y desperdicios. Lo anterior tiene como resultado una devastación de los recursos naturales, una afectación a la salud de las personas y la generación de grandes cantidades de desechos contaminantes.

En este sentido, la propuesta de la economía circular se fundamenta en optimizar el uso de los recursos en el proceso de producción-consumo, para que se aprovechen al máximo, se reduzcan los desechos y lleguen a ser sustentables. Con este fin, promueve una cultura que permita transitar de un modelo lineal que se caracteriza por tomar recursos naturales, producir, consumir y desecharlos, hacia un modelo de economía circular alternativo que permita minimizar el uso de insumos y recursos, y reducir la generación de desechos y contaminación a través de promover prácticas como reducir, reciclar, intercambiar, reutilizar, rediseñar, renovar, reparar, restaurar, refabricar y recuperar, como principios de racionalidad que favorecen un eficiente uso de los recursos y que redundan en la generación de valor continuo en el proceso productivo. (Kuo y Chang, 2021; Kristoffersen *et al.*, 2021; Araujo *et al.*, 2021; Global Sustainability Standards Board, 2018).

Este conjunto de prácticas busca incidir en el sistema de producción para repensar, reestructurar y redistribuir los procesos, actividades y acciones mediante el uso responsable de los recursos. Esto también permite canalizar los residuos hacia actividades alternativas o complementarias, que abonen a la regeneración de los sistemas naturales y hagan frente al cambio climático, la pérdida de biodiversidad y la contaminación. Finalmente sirven para impulsar la resiliencia económica.

Por otra parte, la economía circular se enfoca también en llevar a cabo prácticas para la reducción y el mejor uso de los recursos, así como una asignación de estos que pueda favorecer la atención de las necesidades humanas e incidir favorablemente en la calidad de vida de la población y la gestión de las ciudades.

Este contexto ha generado expectativas para reencauzar el desarrollo a través de los diferentes sectores de actividad económica y sus empresas, a fin de llevar a cabo reformas para la conformación de nuevos modelos de negocio circulares que coadyuven al cuidado del entorno y de medioambiente. Asimismo, se hace énfasis en la importancia de una nueva cultura de la población basada en la concientización sobre el cuidado de los recursos, el consumo y el uso responsable de los bienes y servicios.

Muchas son las ideas y prácticas que se han implementado para adaptar la vida diaria en el hogar, la empresa y los hábitos de los individuos para revertir el mal uso de los recursos. Es importante conocer y multiplicar estas y otras acciones para avanzar hacia nuevos modelos de producción y convivencia que permitan asegurar, en un largo plazo, condiciones adecuadas para la preservación de la vida humana en el planeta de forma sostenible.

El objetivo de la obra consiste, precisamente, en difundir estudios de investigación realizados desde diferentes perspectivas sobre prácticas y concepciones de la economía circular para promover la cultura del cuidado de la sostenibilidad de los recursos y el medioambiente. Las propuestas que integran esta obra se clasifican en tres grandes aportaciones: economía circular, innovación tecnológica y sustentabilidad.

El apartado de economía circular presenta nueve investigaciones: tres abordan explicaciones desde la perspectiva teórica, dos más nos exponen estudios de caso sobre prácticas en empresas, otras dos más abordan la economía circular en las ciudades y sobre una actividad económica primaria y, finalmente, dos investigaciones más abordan casos en instituciones de educación superior. Las aportaciones se resumen a continuación:

Marisol Reséndiz reconoce que existen malos hábitos en la generación de desechos y rescata el caso en las prendas de vestir para mostrar el impacto que genera. Expone un estudio de caso empresarial en la industria de confección textil en Tepeji del Río, Hidalgo, a través de un modelo de

economía circular que permita identificar, cuantificar y diseñar estrategias para reducir los desechos con beneficios encadenados para la empresa, clientes y proveedores, a fin de mostrar que es posible transitar de una economía lineal a una circular.

Por su parte, Víctor Molina, Gloria Palos y Jesús Morales hacen una revisión de los postulados teóricos que le dan forma a la teoría de la economía circular. A partir de sus principales conceptos y componentes presentan una propuesta que le permite a una empresa migrar de un modelo de negocio lineal a uno circular, apoyada en el modelo del Instituto al Fomento a la Calidad de México. Asimismo, este contexto teórico les permite identificar cuáles son las principales barreras que limitan el tránsito hacia una economía circular.

Isidro Rosales, Jessica Avitia y Javier Ramírez nos presentan un modelo conceptual alternativo de gestión para los sistemas agroalimentarios localizados (Sial), con el propósito de que puedan operar bajo los principios de la economía circular. Para ello toman en cuenta la interacción de los agentes que participan en este, como los productos, técnicas y saberes-haceres en torno a las agroindustrias y sus procesos de producción, transformación, comercialización y consumo de alimentos. El planteamiento retoma los residuos y emisiones generadas en el proceso económico para incorporarlos en la función de producción.

Nancy Sánchez, Cecilia Calvo y Alicia Sánchez nos presentan un estudio de caso de una empresa recicladora en el sector de metales ferrosos en Ciudad del Carmen, Campeche. En él intentan identificar las acciones que se implementan y permiten coadyuvar al cumplimiento de los grandes objetivos de la Agenda 2030, tales como la economía circular y la sustentabilidad, lo cual se realiza a través del análisis de ocho dimensiones y 36 indicadores clave. La finalidad es incidir en la generación de una cultura de la seguridad y respeto por el medioambiente que se consolide en el mediano y largo plazo.

Jessica Avitia, Jonathan Ramírez y Javier Ramírez, por su parte, aportan una investigación que permite medir la cantidad de residuos alimentarios que genera la población de Tenancingo de Degollado en el Estado de México. La investigación sirve para plantear soluciones adecuadas en el manejo, clasificación y posibles usos alternativos de los residuos, desechos y basura. El estudio encuentra que, en promedio, un hogar produce cerca de 50 kg/año de residuos alimentarios e identifica que se requiere consolidar una cultura para gestionar este problema con el fin de minimizar los efectos negativos que provoca.

Por otro lado, Lourdes Peña, Isela Prado, Luis Mendoza y Clara Tinoco nos presentan los resultados obtenidos de evaluar el impacto que tiene el programa de maestría en Economía Circular en la Universidad Tecnológica de Querétaro (UTEQ). Con esta finalidad miden la percepción de los egresados sobre los servicios educativos recibidos a través de 12 dimensiones de

análisis, de manera que se mantenga vigente y pertinente el programa educativo. Entre los aspectos mejor evaluados están la organización académica, los recursos para la investigación, la calidad docente y la infraestructura educativa. Esto, sin duda, abona a formar profesionistas en economía circular para incidir directamente en la sociedad.

Víctor H. Robles, Adriana De la Cruz, Nancy Martínez y Víctor A. Robles abordan el tema del consumo inconsciente y masivo como una de las raíces del deterioro del medioambiente, al hacer un uso extensivo de los recursos naturales que, a su vez, genera altos volúmenes de residuos sólidos. Por ello proponen fortalecer la cultura del consumo y fortalecer la consciencia ecológica de los ciudadanos para poner en práctica los principios de la economía circular en tanto guía moral de sana convivencia del desarrollo sostenible. La propuesta se basa en el diseño de un modelo moral afectivo del desarrollo de la economía circular a partir de promover los factores de incidencia en el razonamiento moral.

Cecilia Ramírez y Máximo Montes abordan el uso de los desechos orgánicos de la explotación de avestruz, como el colágeno, el tendón, el hueso y el cartílago. Estos se utilizan potencialmente en el área de la biotecnología y pueden generar soluciones de valor alternativas, sustentables e innovadoras en el desarrollo de productos biomédicos, tales como implantes para trompas uterinas, duramadre en cerebros o tejidos óseos diseñados de acuerdo con las necesidades quirúrgicas de los pacientes. La anterior es una excelente referencia de cómo la economía circular y sostenibilidad se aplica en el sector salud a partir de la actividad primaria, en favor de mejorar la calidad de vida de la población.

Héctor Ramírez, María Martínez y Martín Vera nos muestran los resultados obtenidos de una revisión literaria especializada, en cuanto a artículos científicos que abordan el tema de los empleos que la sociedad requiere y sus cualidades para transitar, de una manera más cierta, hacia una economía circular. El enfoque de la investigación consiste en rescatar el papel de las instituciones de educación superior y sus programas educativos para formar profesionistas con las competencias necesarias que permitan promover un ambiente de negocios. De esta manera, se facilita una armoniosa coexistencia entre metas económicas y ambientales, en un contexto de desarrollo sostenible.

Por otra parte, en el apartado de innovación tecnológica se incluyen cinco aportaciones de investigación: una vinculada a prácticas en empresa, una de la gestión de ciudades, otra propuesta tecnológica para zonas rurales, otra más que aborda la reducción en el uso de dispositivos electrónicos y, finalmente, una vinculada a una institución educativa. Las aportaciones son las siguientes:

Mario Montoya nos presentan una propuesta que abona al control y manejo de los depósitos de residuos sólidos, la cual consiste en el diseño

de un dispositivo que permite enviar una señal de alarma al personal de limpieza, cuando los contenedores de basura llegan a su límite. A través de este mecanismo se evita que los contenedores se desborden y se genere contaminación a su alrededor. El proyecto de innovación tecnológica se plantea en el Instituto Tecnológico de San Luis Potosí y se basa en el uso de un microcontrolador, un sensor ultrasónico y energía solar renovable para el dispositivo, el cual puede ser replicado en otras instituciones u empresas.

Jesús Méndez nos expone cómo, a través del programa educativo de Ingeniería en Mecatrónica del Instituto Tecnológico de San Luis Potosí con un enfoque de investigación aplicada, se desarrolló un dispositivo de innovación tecnológica para apoyar con un tablero electrónico la práctica del baloncesto en una escuela pública primaria en la ciudad de San Luis Potosí. Dicho apoyo permitió avanzar en el programa de estudios, la formación integral de los jóvenes y en el cumplimiento de los objetivos del desarrollo sostenible. Además, coadyuvó a sentar las bases para canalizar la práctica del deporte en una actividad de competencia. El dispositivo facilita aplicar la regla de los 24 segundos para que un equipo lance el balón a la canasta antes de ese tiempo. No obstante, se contempla la posibilidad de escalarlo hacia otras reglas del juego.

Uriel Rodríguez, Fabián Andrade y Juan Narváez exponen sus avances de investigación de una propuesta técnico-práctica para llevar energía eléctrica a través de fuentes de energía renovables y alternativas en comunidades rurales de difícil acceso o alejadas de las zonas urbanas. Esto se lograría a través de un prototipo innovador de molino de viento u aerogenerador construido con recursos materiales reciclados, lo cual representa una estrategia que abona a la autosustentabilidad de las comunidades. El estudio de caso es para la comunidad de Las Mangas, en el municipio de Mexquitic de Carmona, en San Luis Potosí, y lo realizan estudiantes de Ingeniería Electrónica del Instituto Tecnológico de San Luis Potosí, mediante un proyecto que actualmente se encuentra en implementación.

Alejandro Pizaña, Ximena Ventura, Roberto Tristán y Jonathan Palomo nos muestran una propuesta que aporta a los principios de la economía circular mediante la reducción del uso de los cables de carga para dispositivos electrónicos, tales como teléfonos celulares. Para ello diseñaron y construyeron un prototipo de módulo que transmite energía y permite la carga inalámbrica de celulares, para docentes y alumnos, en el Instituto Tecnológico de San Luis Potosí. Esta innovación tecnológica abona al mismo tiempo, a los objetivos de desarrollo sostenible: energía asequible y no contaminante, y ciudades y comunidades sostenibles.

Francisco Velázquez, Juan Vázquez y Amneris Preciado nos muestran cómo la vinculación universidad-empresa puede generar propuestas de desarrollo. Para tal fin nos presentan el estudio de caso de la empresa de “Conservas Santa Rosa Guanajuato”, donde hacen uso de metodologías

como Canvas y la herramienta de inteligencia artificial ChatGPT, para generar nuevas herramientas innovadoras a partir de las cuales se implementan estrategias creativas de economía circular sostenible que permiten atender las problemáticas inherentes a las actividades estratégicas de la empresa.

Finalmente, en el apartado de sustentabilidad se exponen tres casos, uno que rescata la relevancia del trabajo decente, otro sobre el tema de la eco-innovación en la empresa y uno más sobre la importancia de la responsabilidad social corporativa como instrumento para canalizar acciones en favor de los retos de la humanidad. Los trabajos son los siguientes:

Juana Huerta, Rosa Elia Martínez y Patricia Rivera nos presentan un estudio de caso que permite mostrar cómo evaluar el ambiente de trabajo desde la percepción de los empleados. Para ello diseñaron y evaluaron un instrumento que toma en cuenta, tanto los estándares de sostenibilidad contemplados en el objetivo 8 del desarrollo sostenible de la Organización de las Naciones Unidas, como los criterios de la Norma Mexicana NMX-R-025-SCFI-2015 sobre trabajo decente. El estudio se enfoca en la empresa Telefónica y resalta el cumplimiento de los estándares legales, así como de las estrategias implementadas para promover un trabajo digno y sostenible en beneficio de los empleados y de la organización en el mediano plazo.

Javier Vega, María del Carmen Martínez y María del Carmen Bautista nos presentan una investigación en pequeñas y medianas empresas manufactureras de Aguascalientes, sobre la implementación de actividades de ecoinnovación o innovación verde, que llevan a cabo para reducir los efectos negativos al medioambiente a través del uso adecuado de los recursos y la racional gestión de los residuos. De igual forma muestran cómo estas prácticas inciden de manera directa y significativa en su desempeño competitivo sustentable.

Finalmente, Daniela Cruz recupera el paradigma de la responsabilidad social corporativa como una estrategia que permite avanzar en el cumplimiento de algunos de los retos actuales de la humanidad (como el respeto a los derechos humanos, la prevención de la contaminación y la producción de desechos que impactan en el medioambiente, la procuración del bienestar de los trabajadores, entre otros), mediante las premisas de la economía circular. La investigación se enfoca en micro y pequeñas empresas de Ciudad Victoria, Tamaulipas, y muestra, entre otras cosas, que los directivos hombres registran una mejor gestión en políticas como la prevención de la contaminación y generación de residuos que las mujeres empresarias.

Los coordinadores de esta obra esperan que los estudios aquí presentados sirvan como punto de referencia para abonar en la cultura y práctica de la economía circular, en tanto una corresponsabilidad que involucra a los ciudadanos, empresas, gobiernos y demás formas de organización social, para actuar en favor del cuidado y la preservación de los recursos naturales y

del medioambiente. Lo anterior tiene como objetivo asegurar condiciones de vida humana en el planeta para las futuras generaciones.

Juan Carlos Neri Guzmán

Referencias

- Araujo, J., Verdejo, R., López, M. A., y Hernández, M. (2021). Sustainable mobility: The route of tires through the circular economy model. *Waste Management*, 126, 309-322. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2021.03.025>.
- Barrie, J. y Grooby, G. (2023). *Going Circular. How the Harmonized System Codes Can/Not Support a Circular Economy and What Else Could Be Done*. Friedrich-Ebert-Stiftung. World Customs Organization.
- EEA(2023). *Conditions and pathways for sustainable and circular consumption in Europe*. European Environment Agency. <https://www.eea.europa.eu/publications/conditions-and-pathways-for-sustainable>.
- FES (2018). *Más allá del PIB hay vida: una crítica a los patrones de acumulación y estilos de desarrollo en América Latina*. Friedrich-Ebert-Stiftung. Proyecto Regional Transformación Social-Ecológica.
- Global Sustainability Standards Board (2018). *GRI 306: efluentes y residuos 2016*. Global Reporting Initiative. Recuperado el 26 de junio de 2023 de <https://www.globalreporting.org/standards/media/1453/spanish-gri-306-effluents-and-waste-2016.pdf>.
- Hungaro A. E., Andrade P. R., Melatto, B., Levy, W., y de Melo C. D. (2021). Circular economy: A brief literature review (2015-2020). *Sustainable Operations and Computers*, 2, 79-86, <https://doi.org/10.1016/j.susoc.2021.05.001>.
- Kristoffersen, E., Mikalef, P., Blomsma, F., y Li, J. (2021). The effects of business analytics capability on circular economy implementation, resource orchestration capability, and firm performance. *International Journal of Production Economics*, 239. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2021.108205>.
- Kuo, L., y Chang, B. G. (2021). The affecting factors of circular economy information and its impact on corporate economic sustainability-Evidence from China. *Sustainable Production and Consumption*, 27. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2021.02.014>.
- Meza, L. E. y Rodríguez, A. G. (2022). *Soluciones basadas en la naturaleza y la bioeconomía. Contribución a una transformación sostenible e inclusiva de la agricultura y a la recuperación pos-COVID-19*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- Søgaard J., M. y Remmen A. (2018). A methodological approach to development of circular economy options in businesses. *Procedia CIRP* 69. 816-821. DOI: 10.1016/j.procir.2017.12.002.

OMS (2023). *Enfermedades no transmisibles*. Recuperado el 16 de septiembre de 2023 de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/noncommunicable-diseases>.

Van Hoof, B., Núñez, G. y de Miguel, C. (2022) *Metodología para la evaluación de avances en la economía circular en los sectores productivos de América Latina y el Caribe*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

Walzberg, J., Lonca, G., Hanes, R. J., Eberle, A. L., Carpenter, A., y Heath, G. A. (2021). Do We Need a New Sustainability Assessment Method for the Circular Economy? A Critical Literature Review. *Frontiers Sustainability*. 1. DOI: 10.3389/frsus.2020.620047.

Economía circular en la industria textil manufacturera en Tepeji del Río, Hidalgo

Marisol Reséndiz Vega*

***ORCID:** <https://orcid.org/0000-0001-8199-6548>; **ResearchGate:** <https://www.researchgate.net/profile/Marisol-Resendiz>

Doctorado en Sistemas Empresariales. Profesora de tiempo completo de la Universidad Tecnológica de Tula-Tepeji, México.



Resumen

El calentamiento global compromete el desarrollo sostenible y el bienestar de la humanidad. La economía circular es un paradigma que tiene como objetivo generar prosperidad económica, proteger el medioambiente y prevenir la contaminación, lo cual facilita el desarrollo sostenible.

El modelo económico basado en la extracción de recursos del medioambiente para producir bienes que van a ser utilizados y acabarán convirtiéndose en residuos que han llegado a su fin de uso (muchos de ellos todavía aptos para seguir utilizándose), ha venido a generar un aumento del número de residuos. Tal es el caso de la industria textil y de la confección, en la que cada cambio de temporada una gran cantidad de prendas se convierten en desecho sin ser utilizadas. Se propone un cambio de paradigma opuesto a la economía lineal, basado en una economía circular en la que se puedan lograr cambios culturales importantes en la sociedad y que lleven al desperdicio cero, donde todo lo que producimos y consumimos pueda regresar de forma segura a la naturaleza o a la sociedad. Para tal efecto, se propone un modelo de aplicación en la industria de confección textil; su aplicación permite determinar el alcance que en el contexto de Tepeji del Río, Hidalgo, se puede lograr. Asimismo la implantación del modelo aporta a la mejora continua de la empresa.

Palabras clave: *economía circular, análisis de ciclo de vida (ACV), residuos, huella de carbono, huella hídrica.*

Introducción

La economía lineal nos ha llevado a un rápido y global aumento en la extracción de recursos. Su lógica básica consiste en extraer recursos naturales primarios para producir una cantidad cada vez mayor de productos, los cuales generalmente están diseñados para no durar mucho tiempo. Esto implica dudosos estándares ambientales así como efectos tóxicos. Luego, los

Abstract

Global warming compromises the sustainable development and well-being of Humanity. The circular economy is a paradigm that aims to generate economic prosperity, protect the environment and prevent pollution, thus facilitating sustainable development.

The economic model based on the extraction of resources from the environment to produce goods that are going to be used and will end up becoming waste that have reached their end of use (many of them still suitable for further use), has come to generate an increase of the number of residues. Such is the case of the textile and clothing industry, in which every change of season a large number of garments become waste without being used. A paradigm shift opposed to the linear economy is proposed, based on a circular economy in which important cultural changes in society can be achieved and that lead to zero waste, where everything we produce and consume can safely return to the nature or society. For this purpose, an application model is proposed in the Textile Confection Industry; its application allows determining the scope that can be achieved in the context of Tepeji del Río, Hidalgo. Likewise, the implementation of the model contributes to the continuous improvement of the company.

Keywords: *circular economy, life Cycle Assessment (LCA), waste, carbon footprint, water footprint.*

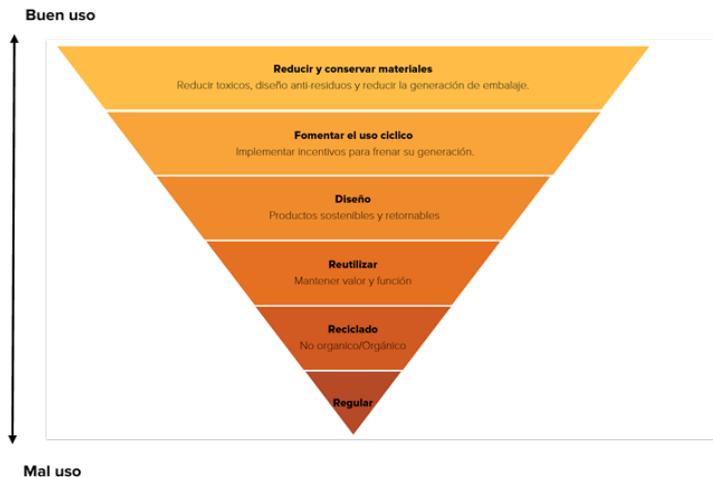
productos se transportan a todo el mundo por medios cuyo uso intensivo de energía asegura su consumo rápido y compulsivo, después de los cual son finalmente desechados en vertederos o incineradores. En este sentido, la economía lineal no solo está impulsando el consumo excesivo y la explotación insostenible de los recursos naturales, sino que también contribuye a una producción de desechos cada vez mayor, un aspecto problemático en sí mismo, (Fischedick *et al.*, 2014).

El IPCC ya reconoce que los programas que reducen, reutilizan y reciclan los desechos municipales, son medios efectivos y de alto impacto para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. De hecho, una economía circular de cero residuos va más allá del modelo de las 3R, ya que propone una transformación mucho más integral de nuestros patrones de producción y de consumo, para lograr una alta eficiencia de recursos. De esa forma se avanzaría hacia una sociedad con cero residuos y cero emisiones (Waste Hierarchy, 2013).

Opuesta a la economía lineal, la base de una economía circular es una sociedad de cero residuos, donde todo lo que producimos y consumimos puede regresar con seguridad a la naturaleza o a la sociedad.

El mejor residuo es aquel que nunca se produce. De hecho, la prevención y reducción de residuos es la opción preferida en la jerarquía de residuos en términos de sustentabilidad. Se debe fomentar desde el diseño la producción de materiales reutilizables, reciclables, retornables y cambiar los incentivos para frenar la generación de residuos (véase figura 1).

Figura 1. Jerarquía de los residuos, con el orden de preferencia de las opciones de gestión de residuos basada en la sustentabilidad



Fuente: Tomado de Waste Hierarchy (2013).

Fomentar el uso cíclico de los materiales y la aplicación correcta de la jerarquía de residuos incidirá en una menor generación de gases de efecto invernadero, ahorro de energía, conservación de recursos, creación de empleos y estimulación en el desarrollo de tecnologías verdes

Los textiles, el aluminio, los residuos de alimentos y el plástico se encuentran entre los principales desechos que pueden ser determinantes para la mitigación del cambio climático, si se reducen (Eunomia, 2015). En la producción de textiles, por ejemplo, las emisiones de gases de efecto invernadero totalizaron 1200 millones de toneladas de CO₂, equivalentes en 2015, a más del total generado por todos los vuelos internacionales y el transporte marítimo combinados, principalmente debido a la naturaleza “*fast fashion* o moda rápida” de las tasas globales de producción y consumo de productos de ropa. Si sólo se duplicara la cantidad promedio de veces que se usa una prenda, las emisiones de GEI serían un 44% más bajas (Ellen MacArthur Foundation, 2017). Una economía circular de cero residuos para los textiles, con la inclusión de altas tasas de utilización de la ropa, el reciclaje mejorado y la reducción de los residuos en la producción, reduciría los impactos negativos.

Uno de los grandes desafíos en México es la gestión de los residuos, dado que se producen más de 44 millones toneladas al año y se calcula que este número llegue a 65 millones para el año 2030. Hoy, aproximadamente el 90% de los residuos sólidos termina en tiraderos al aire libre o rellenos sanitarios (Semarnat, 2019).

El sector textil en México consiste de aproximadamente 20000 empresas, de las cuales 90% son pequeñas y medianas (pymes), responsables de alrededor de un millón de empleos directos e indirectos. La información del Sistema de Cuentas Nacionales de México del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), indica que del año 2003 al 2018, el sector se ha mantenido relativamente estable y ha generado más de 120 millones de pesos anualmente, con una ligera tendencia al alza desde el año 2012 (INEGI, 2020). Tepeji del Río de Ocampo, municipio del estado de Hidalgo, cuenta con 284 unidades económicas en el ámbito textil, divididas en sectores de ropa interior y de dormir, confección de ropa y fabricación de telas anchas (Rodríguez y Fernández, 2006) meso, macro, goal. En este contexto, cobran especial importancia empresas manufactureras textiles como: Kaltex, Vicky Form, Levi's, Zaga, Yashiro, La Josefina y Mexica.

El presente proyecto surge de la necesidad que tiene la empresa manufacturera textil establecida en el municipio de Tepeji del Río, Hidalgo, de realizar un diagnóstico sobre la situación actual de la generación de residuos y crear antecedentes de su manejo. Para ello se debe elaborar e implementar un programa en el área de confección y bordado cuya base sea la normatividad mexicana existente.

El proyecto se enfocó en los siguientes puntos: identificar, clasificar y cuantificar los residuos provenientes del proceso de manufactura y bordado. La forma de reducción desde la fuente de generación, valorización económica y ambiental, sin olvidar la disposición final, mediante la participación de su personal. Asimismo, crear conciencia ambiental por medio de la reutilización, reciclaje y reincorporación de algunos subproductos al proceso con el fin de implementar objetivos de la economía circular.

Desarrollo

El estudio de caso se ha erigido en los últimos tiempos como una de las metodologías de investigación científica con creciente utilización en las diversas áreas de las ciencias sociales y ambientales.

Yin (1989) considera el estudio de caso como una investigación empírica que estudia un fenómeno contemporáneo en su contexto real, donde los límites entre el fenómeno y el contexto no se muestran de forma precisa, y en el que múltiples fuentes de evidencia son usadas (Arias, 2003).

El estudio de caso en el ámbito empresarial tuvo su origen a principios del siglo pasado en las escuelas americanas de negocios, lideradas por Harvard, como metodología docente y de investigación de los fenómenos empresariales y de la dirección general (Stoeker, 1991). Posteriormente fue la Universidad de Chicago (Hamel *et al.*, 1993) la que lideró el empleo de esta metodología de investigación. Se retomó en los años ochenta, cuando hubo importantes contribuciones metodológicas que dieron lugar al *estudio de casos contemporáneo*, encabezadas por Yin (1989, 1993, 1994, 1998), junto con Eisenhardt (1989, 1991), y que tienen una continuidad en los trabajos de Patton (1990), Stoeker (1991), Hamel (1992), Hamel *et al.* (1993), Stake (1994), Maxwell (1996, 1998) y Fong (2002, 2005). Destacan asimismo las valiosas aportaciones de varios investigadores: Arias (2003), Oltra (2003), Rialp *et al.* (2005a, 2005b), Cepeda (2006) y Vaillant *et al.* (2006). Dentro del elenco de los métodos científicos, y aunque su utilización sigue siendo minoritaria en comparación con la de otros métodos cuantitativos, investigaciones realizadas mediante el estudio de casos son publicadas regularmente en las más prestigiosas revistas. Desde esta perspectiva, hemos podido comprobar la relevante utilización del estudio de casos como metodología de investigación en diversos temas como asociaciones y acuerdos de cooperación empresarial, procesos directivos y organizativos, cambio organizativo e innovación.

La economía de la empresa y la dirección estratégica requieren de metodologías de investigación para analizar los fenómenos empresariales; capaces de recoger toda su complejidad. La dinámica de cambio generalizado que viven las empresas tiende a cuestionar las soluciones y teorías tradicionales, lo que hace que la ciencia administrativa busque nuevos modelos que se adecuen a las nuevas realidades (Applegate, 1994).

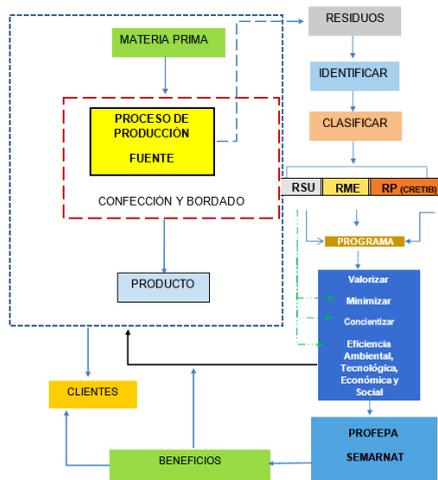
Para el desarrollo de esta investigación se aplicó el estudio de casos, cuyo objeto de estudio fue una empresa manufacturera textil que se encuentra en Tepeji del Río, Hidalgo.

Partimos del hecho de que la empresa solicita a la Universidad Tecnológica de Tula Tepeji (UTTT) apoyo, ya que sus socios comerciales en el extranjero le requieren evidencias sobre el manejo de residuos. Por esa razón, se inició con el reconocimiento de las áreas. Posteriormente, de manera detallada, se analizaron los procesos, sus materias primas y se identificaron los puntos de generación de residuos.

Como una primera etapa, se delimitó el proyecto al área de confección y bordado, ya que se detectó, de manera general, una mayor generación de residuos. Una vez analizados los procesos e identificados los puntos de generación, se clasificaron y cuantificaron. Al obtenerlos, clasificados de acuerdo con las leyes ambientales vigentes como residuos sólidos urbanos (RSU), residuos de manejo especial (RME) y residuos peligrosos (RP), se valorizaron luego de evaluar la factibilidad de reuso, reciclado, remanufactura y, en su caso, de sustitución o eliminación. El objetivo consistió en diseñar un programa de valorización, minimización, eliminación y sensibilización de los trabajadores (véase figura 2)

Finalmente, se estudió la cadena de suministro, de valor y se expuso al personal directivo los beneficios que obtendrían al transitar hacia la aplicación de un modelo de economía circular, en donde el beneficio final es integral empresa-cliente-proveedor (véase figura 2).

Figura 2. Metodología aplicada en el proyecto



Fuente: Elaboración propia.

El enfoque del estudio es mixto, dado que se buscó determinar qué residuos se generan y en qué cantidad, con el objetivo de realizar una propuesta de manejo circular que se implementará con la consecutiva capacitación y finalmente se determinará el impacto hacia otras variables.

Métodos teóricos

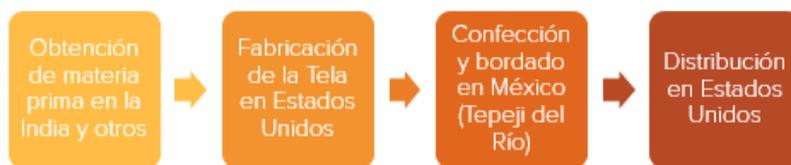
En nuestra investigación se tomó como base el modelo de economía circular general propuesto por la Fundación Ellen MacArthur (2015). Se utilizó la revisión documental, entrevistas con preguntas semiestructuradas, aplicación de cuestionarios cerrados, observación directa y uso de guías de observación, registro de datos *in situ*, normas oficiales mexicanas (NOM), y normas mexicanas (NMX) como: NMX-AA-15-1985, NMX-AA-22-1985, NOM-059-Semarnat-2010 y NOM-052-Semarnat-2005.

Resultados

Las cadenas de suministro mundiales se han convertido en una forma habitual de organizar las inversiones, producción y comercio en la economía globalizada. En los países en desarrollo, las cadenas mundiales han creado nuevas oportunidades de empleo para el desarrollo económico y social. Sin embargo, también se observa que la dinámica de las relaciones de producción puede incidir negativamente en el impacto al medioambiente.

En el caso estudiado, la intervención solamente se realizó sobre los procesos que se realizan en la planta de Tepeji del Río, ya que no se tuvo acceso a los procesos que se realizan en otros países. Para la aplicación integral de la economía circular se deben realizar cambios desde la obtención de la materia prima, el diseño de las prendas, su confección y bordado, la distribución y forma de uso por parte del cliente (véase figura 3).

Figura 3. Cadena de suministro de la empresa en estudio



Fuente: Elaboración propia.

Se realizó un conteo diario de cada uno de los residuos identificados cuyo resultado fue que se generan 7641.13 kg de residuos sólidos urbanos y 37.95 kg de residuos peligrosos, así como 4139.01 kg de residuos de manejo especial. La empresa genera un total de 11818.11kg de residuos al año (véase tabla 1). Para cada uno de los tipos de residuos es viable: evitar su generación, minimizarla, reutilizar y, en su defecto, reciclar.

Tabla 1. Resultados de la clasificación de residuos área confección y bordado

RSU	RP	RME	TOTAL
7641.13	37.96	4139.01	11818.11Kg

Fuente: datos obtenidos con base en NMX-AA-15-1985 y NMX-AA-22-1985.

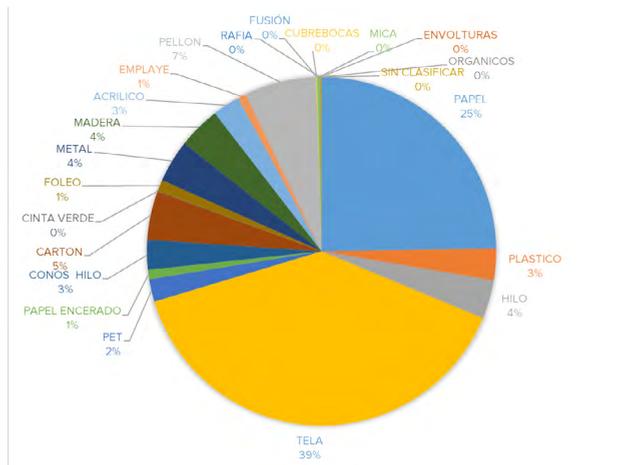
Al identificar los residuos que se generan, clasificarlos y cuantificarlos, se pueden buscar alternativas de reciclado, reúso, reparación y readaptación, para demostrar que es posible dejar de verlos como residuos y considerarlos recursos, lo cual constituye uno de los principales objetivos de la economía circular.

La sumatoria de RSU, RP y RME rebasa las 10 toneladas y ubica a la empresa de acuerdo con la ley para el manejo integral de residuos, como una gran generadora.

En la gráfica 1 podemos observar que los RSU que se generan en mayor cantidad son la tela, seguido del papel y, en tercer lugar, el hilo. De todos ellos se puede, mediante capacitación y concientización del personal, eliminar o disminuir su generación.

Grafica 1. Estimación de RSU en un año

Estimación de generación de residuos al año



Fuente: datos obtenidos con base en NMX-AA-15-1985, NMX-AA-22-1985.

En el caso de la tela y del hilo, se analizó la repercusión económica, ya que, para la empresa, representa un desperdicio de materia prima. Este hallazgo está relacionado con el área de calidad y supervisión del proceso, por lo que estas áreas establecerán las medidas correctivas.

En el caso del papel, se advirtió que el mayor desperdicio se lleva a cabo en el área de moldes. Por ello se analizó y se encontró la causa. Se llevó al personal de esa área hacia la reflexión sobre el impacto final de repetir la elaboración de un molde y se reforzaron los procesos de calidad del área.

En la tabla 2 podemos revisar específicamente los residuos peligrosos que se identificaron al revisar la hoja de seguridad (HDS). Luego se identificaron alternativas no peligrosas para sustituirlos.

Tabla 2. *Kilogramos de RP generados en un año (estimación)*

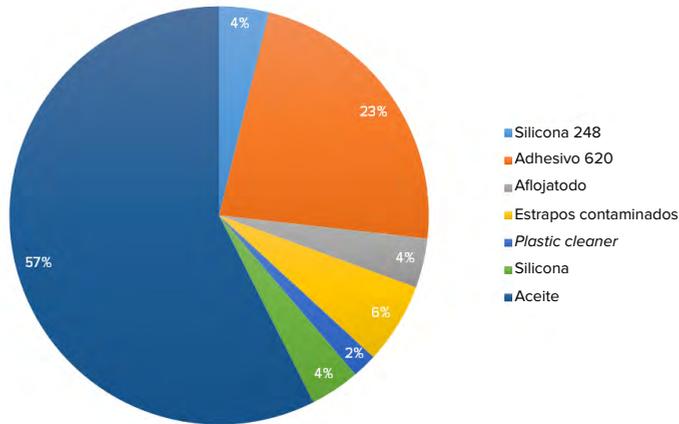
k	Cantidad	Peso (kg)	
		Peso por unidad	Total
Aflojatodo	12 piezas	0.121 kg	1.452 kg
Adhesivo 62o	72 piezas	0.121 kg	8.712 kg
Silicona 248	12 piezas	0.121 kg	1.452 kg
Aceite quemado	24.22 l *	0.90 factor	21.798 kg
Silicón 223	12 piezas	0.121 kg	1.452 kg
<i>Plastic cleaner</i>	6 piezas	0.121 kg	0.726 kg
Tapos contaminados	2 bolsas		2.369 kg
Total			37.961 kilogramos

Fuente: Elaboración propia.

Nota: Se realizó la conversión de los litros de aceite generado a kilogramos mediante la densidad del aceite lubricante que es de 900 kg/m³, por lo que 1 litro de aceite pesa 0.900 kilogramos. Información tomada de (LIQ-E-S. A de C. V. (n. d.). Hoja de seguridad producto aceite soluble 1:20 y 1:30).

En la gráfica 2, podemos observar que el RP que más se genera es el aceite quemado, seguido del adhesivo y, en tercer lugar, los estrapos.

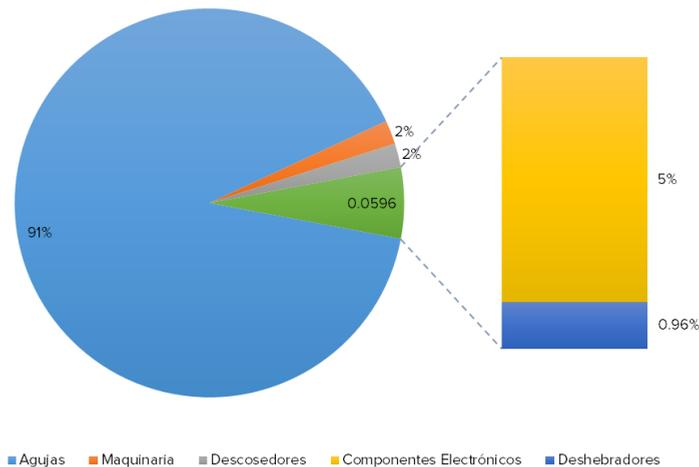
Grafica 2. RP identificados y la cantidad que se genera en un año



Fuente: Datos obtenidos con base en NMX-AA-15-1985 y NMX-AA-22-1985.

En la gráfica 3 se aprecia que se genera un 91% de agujas, las cuales corresponden a las que se rompen durante las manipulaciones en el proceso, asimismo sucede con los deshebradores y descosedores. La maquinaria y los componentes electrónicos corresponden a aquellos que se descontinúan por recambio de piezas nuevas y que se mantienen en el almacén. Todos estos materiales son los que la EC plantea reutilizar mediante transferencia a otras plantas o el desarme para reutilizar sus piezas.

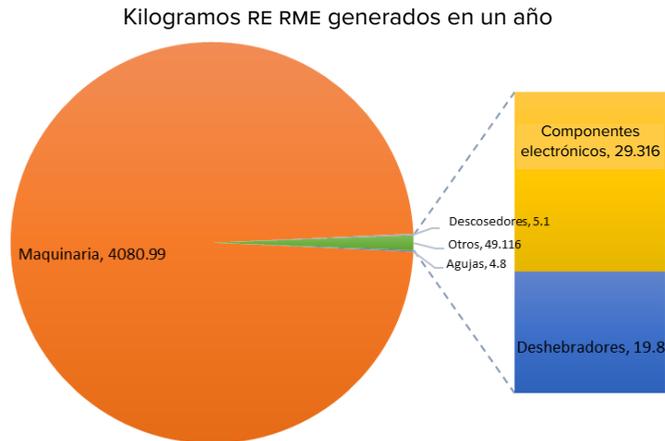
Gráfica 3. RME por tipo que se generan en la empresa textil en el caso en estudio



Fuente: Elaboración propia con base en datos obtenidos por entrevista con los encargados de almacén y mantenimiento y pesaje directo.

En la gráfica 4, se destaca que, por su importancia, la maquinaria es la que se genera en mayor cantidad, con un aporte del 99 % hacia los RME, seguida de componentes electrónicos con un 29.316 % y los deshebradores en un 19.8%. En su mayoría estos residuos son metálicos y reutilizables o reciclables.

Gráfica 4. Kilogramos de RME generados en un año por la empresa en estudio



Fuente: Elaboración propia con base en datos obtenidos por entrevista con los encargados del almacén y mantenimiento y pesaje directo con base en NMX-AA-15-1985 y NMX-AA-22-1985.

Intervención para la aplicación de la economía circular en la empresa en estudio

Propuesta de nomenclatura y manejo

De acuerdo con los principios de la economía circular (Barragán *et al.*, 2020), en la que no se llegan a generar “recursos secundarios”, sino que se rediseñan los productos y previamente se prevé y evita la generación de materiales no aptos para ser reintegrados, reelaborados, remanufacturados, reprocesados, reciclados, reparados, rearmados, etc., se propuso la utilización de la siguiente nomenclatura (véase tabla 3).

Tabla 3. *Propuestas de nomenclatura dentro de la economía circular*

Modelo Económico	Nomenclatura propuesta		
Economía lineal	Residuos sólidos urbanos (RSU).	Residuos de manejo especial (RME).	Residuos peligrosos (RP)
Economía circular	Recursos Secundarios de origen urbano (RSOU)	Recursos secundarios especiales (RSE)	No deben generarse Provisionalmente se propone llamarlos recursos secundarios peligrosos (RSP)

Fuente: Elaboración propia.

Con los datos obtenidos sobre los recursos secundarios que se generan, se propuso a la empresa implementar su manejo de acuerdo con los principios del modelo de economía circular y bajo el cumplimiento de la legislación ambiental vigente en México.

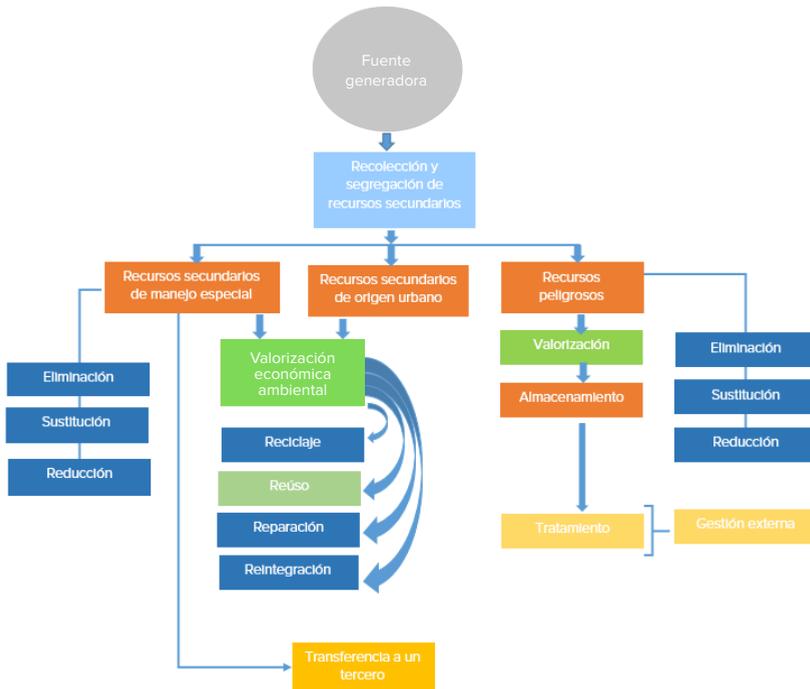
En México, la Ley General de Economía Circular (Gaceta del Senado, 2021) mantiene la clasificación como: RSU, RME y RP, sin embargo la palabra *residuos* tiene una connotación de fin de vida y no es acorde con el modelo de economía circular, por lo tanto, debe ser actualizada, así como, la “Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos”.

Como podemos observar en la figura 4, una vez identificados los puntos de generación, se impartieron cursos de capacitación para el personal de la empresa y se colocaron contenedores para obtener los recursos secundarios desde el punto de generación.

Los recursos secundarios de origen urbano y los recursos secundarios de manejo especial se valoraron ambiental y económicamente. En primera instancia se fomentó su eliminación, reducción y sustitución; luego que se continuó con su generación y se definieron cuáles eran propicios para reúso, reciclado, reparación, donación y canalización hacia otra empresa donde serían utilizadas como materia prima secundaria.

Los recursos secundarios peligrosos: se recolectaron. En primera instancia se fomentó su eliminación, reducción y sustitución; de los que se continuó con su generación se canalizaron, como lo marca la normatividad vigente, hacia gestión externa, para ser tratados.

Figura 4. Proceso para la aplicación de la economía circular



Fuente: Elaboración propia.

Recolección de recursos secundarios

Se propuso adoptar la clasificación de recursos secundarios por colores de acuerdo con la *Guía de Diseño para la Identificación Gráfica del Manejo Integral de los Residuos Sólidos Urbanos* de la Semarnat (2018).

Para la identificación y segregación de los recursos secundarios generados en el área de confección y bordado, se propuso la separación mediante colores, con el fin de obtener una ayuda visual y acelerar el proceso de aprendizaje, lo cual reduce tiempos por parte del personal.

En el estado de Hidalgo no se cuenta con una NOM que especifique la separación correcta de los residuos por colores. Por tal motivo se utilizó la *Guía de Diseño para la Identificación Gráfica del Manejo Integral de Residuos Sólidos Urbanos 2015* federal y la norma ambiental para el Distrito Federal NADF-024-AMBT-2013, que establece los criterios y especificaciones técnicas bajo los cuales se debe realizar la separación, clasificación, recolección selectiva y almacenamiento de los residuos del distrito federal. A continuación, se presenta la iconografía que se utilizó. Es de vital importancia que todos los integrantes de los departamentos la conozcan (véase figura 5).

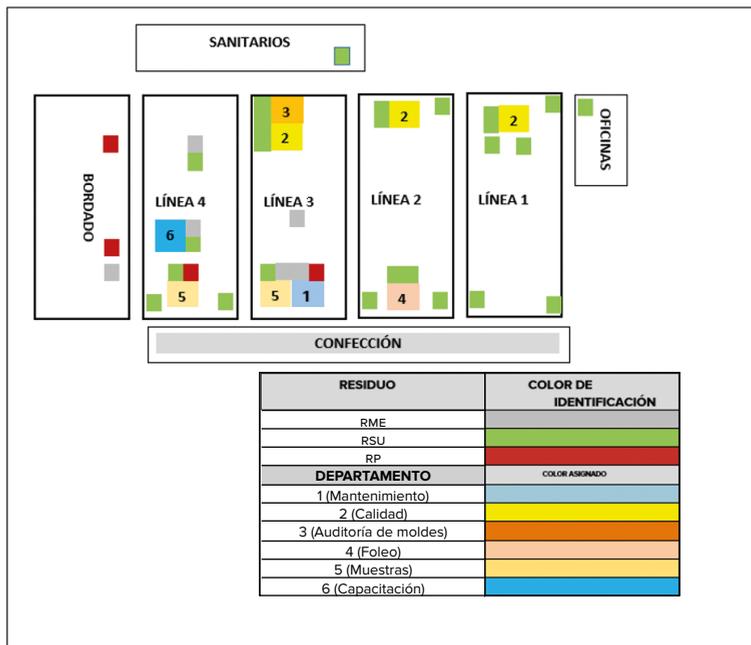
Figura 5. Iconografía propuesta para la clasificación primaria y secundaria de los recursos secundarios de manejo especial y sólidos urbanos



Fuente: Sedema (2013).

Para facilitar la recolección clasificada, desde el punto de generación, se analizó el área física y se establecieron puntos de recolección estratégicos, para lo que se colocaron contenedores elaborados por la propia empresa de material de reúso. En el croquis de la figura 6 podemos observar los puntos de recolección diferenciados por color de acuerdo con el tipo de recurso secundario a coleccionar (véase figura 6).

Figura 6. Ubicación de los contenedores en el área de proceso



Nota: los contenedores se colocaron con base en los puntos de generación detectados y de acuerdo con el recurso secundario a recoleccionar.

Valorización económica de recursos secundarios

Algunos recursos secundarios son susceptibles de ser valorizados por el mercado nacional, para reintegrarlos nuevamente a otros procesos. Por ejemplo, botellas de PET, papel, plástico, metal, tela y madera en centros de reciclaje (Carrillo *et al.*, 2021).

Se realizó a través internet y redes sociales la búsqueda de empresas que reciben y/o recolectan recursos secundarios ara canalizarlos a un programa de reúso, reciclaje y recuperación.

Cotización de compra en el mercado nacional

Las cotizaciones de compra se hicieron con las empresas de Supraciclaje Recicladora y Metales ZI, a través de sus portales de internet. Con esta información se dimensionó el impacto económico con cada empresa (véanse tablas 4 y 5) y la contribución del reciclaje al medioambiente, lo cual evita el uso de nuevos recursos.

Tabla 4. Precios de compra y beneficios económicos con suprarreciclaje

Recursos secundarios	Precio de compra \$/kg	Cantidad generada en una semana (kg)	Beneficio económico (semana) \$	Beneficio económico (año) \$
PET	2.50	3.32	8.31	431.94
Cartón	1.60	7.19	11.51	598.44
Plástico acrílico	2.00	39.41	78.83	4,099.18
Total	1.80	4.01	7.22	375.37

Fuente: datos tomados de Supraciclaje Recicladora (2019).

Tabla 5. Precios de compra y beneficios económicos con Metales ZI

Recursos secundarios	Precio de compra \$/kg	Cantidad generada en una semana (kg)	Beneficio económico (semana) \$	Beneficio económico (año) \$
Bolsas de plástico	4.00	15.47	106.44	804.54
PET	3.00	8.30	8.30	431.94
Conos de hilo (PP).	3.00	10.97	10.97	570.86
Cartón	1.00	5.99	5.99	311.68
Papel bond	2.00	65.69	65.69	3,415.98
Total	13.00	49.13	106.44	5,535.03

Fuente: datos tomados de METALES ZI (2019).

Conclusiones

El sector manufacturero textil produce en mayor medida (73%) residuos sólidos urbanos, cuya reutilización, reciclado y, sobre todo, reducción son viables.

Es importante hacer notar que las cantidades se estimaron sin una previa sensibilización y capacitación. Se espera que después de estos eventos la generación de los diferentes tipos de residuos disminuyera. Es factible en este sector llevar a cabo la política de cero residuos.

Como trabajo futuro se considera elaborar una propuesta para homologar la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, la Ley para el Manejo Integral de Residuos y la Ley de Economía circular, lo cual proporcionaría a las empresas una misma perspectiva para facilitar la transición del modelo económico lineal al circular.

Una economía circular de cero residuos necesita la ayuda de políticas que hagan legal y económicamente viables la venta de servicios en lugar de bienes, asimismo necesita que los bienes sean duraderos y reparables, reutilizables y actualizables, que promuevan la propiedad compartida o arrendada, y apoyen los programas de depósito y devolución.

En resumen, se debe desalentar el consumo de recursos y alentar los servicios en torno a los productos, como su mantenimiento y reparación, donde a su vez debiesen ser más económicos.

Finalmente, se deberían incrementar los impuestos sobre el uso de recursos naturales vírgenes, lo cual ayudaría a disminuir su uso mientras se incentiva que las empresas adopten patrones circulares de producción y de consumo.

Referencias

- Applegate L. M. (1994). Managing in an Information Age: Transforming the Organization for the 1990s. En *Working Conference on Information Technology and New Emergent Forms of Organizations: Transforming Organizations with Information Technology* (pp. 15-94). North Holland.
- Arias, M. (2003). Metodologías de investigación emergentes en economía de la empresa, *Papers Proceedings 2003*, XVII congreso nacional XIII congreso hispano-francés AEDEM.
- Barragán, C., Sandoval, O., y Sosa, G. (2020). Modelo de negocios para la innovación sustentable: una aproximación teórica. *International Journal of Good Conscience*, 15(1), 206-221.

- Carrillo González, G., y Pomar Fernández, S. (2021). La economía circular en los nuevos modelos de negocio. *Entreciencias: diálogos en la sociedad del conocimiento*, 9(23), e2379933. <https://doi.org/10.22201/enesl.20078064e.2021.23.79933>.
- Cepeda, G. (2006). La calidad en los métodos de investigación cualitativa: principios de aplicación práctica para estudios de casos, *Cuadernos de Economía y Dirección de la Empresa*, 29, 57-82.
- Diario Oficial de la Federación [DOF]. NOM-052-semarnat-2005. 23 de junio de 2006 (México).
- Diario Oficial de la Federación [DOF]. NOM-059-ECOL-2001. 6 de marzo de 2010 (México).
- Eisenhardt, K. M. (1989). Building Theories from Case Study Research, *Academy of Management Review*, 14(4), pp. 532-550.
- Eisenhardt, K. M. (1991). Better stories and better constructs: the case for rigor and comparative logic, *Academy of Management Review*, 16(3), 620-7.
- Eunomia (2015). Preliminary scoping exercise of options to achieve a phase out or ban of microplastics in cosmetic products by Simon Hann. p. 37.
- Ellen MacArthur Foundation (2017). *A new textiles economy: Redesigning fashion's future*. Ellen MacArthur Foundation. <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/publications/a-new-textiles-economy-redesigning-fashion-future>.
- Fischedick, M., y Roy, J. (coords.) (2014). Industry. En O. Edenhafer *et al.* (eds.), *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change* (pp. 739-810). Cambridge University Press.
- Fong, C. (2002). Rol que juegan los activos intangibles en la construcción de ventaja competitiva sustentable en la PYME. Un estudio de casos con empresas de Cataluña y Jalisco [Tesis doctoral no publicada], Universidad Autónoma de Barcelona, Barcelona.
- Fong, C. (2005). El estudio de casos en la investigación de la ventaja competitiva: criterios a evaluar, *Papers Proceedings*, XIX congreso nacional XV congreso hispano-francés AEDEM.
- Fong, C. (2005). La teoría de recursos y capacidades, *Fundamentos microeconómicos*. Guadalajara, Jal. Méx: Universidad de Guadalajara.
- Hamel, J., Dufour, S., y Fortin, D. (1993). *Case Study Methods*, Sage Publications.

Hartley, J. F. (1994). Case studies in organizational research. En Rialp, A. (1998), *El método del caso como técnica de investigación y su aplicación al estudio de la función directiva*, ponencia presentada en el IV Taller de Metodología ACEDE, 23-25 de abril, Arnedillo, La Rioja.

Hamel, J. (1992). The case Method in Sociology, Introduction: New Theoretical and Methodological Issues, *Current Sociology*, 40, 1-7. DOI: 10.1177/001139292040001002.

INEGI (2020). Conociendo la Industria Textil y de la Confección. Disponible en https://www.inegi.org.mx/contenido/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/702825195649.pdf y consultado el 14 de agosto de 2023.

IPCC (2014). Cambio Climático 2014: Impactos, adaptación y vulnerabilidad. Capítulo 27. pp. 31-33.

LIQESA (s.f.). Hoja de seguridad producto aceite soluble 1:20 y 1:30, Sitioweb: <https://liquesa.com/wp-content/uploads/2021/05/Hoja-de-seguridad-OPTIMUS-ACEITE-SOLUBLE-M.pdf>.

Maxwell, J. A. (1996). *Qualitative research design: an interactive approach*. SagePublications, 1996. Páginas 1-13. Traducción de María Luisa Graffigna. 1. Un modelo para el diseño de investigación cualitativo.

Maxwell, J. A. (1998). Designing a Qualitative Study. En L. Bickman y D. J. Rog (Eds.), *Handbook of Applied Social Research Method* (pp. 69-100). SAGE.

Oltra, V. (2003). Hacia la gestión del conocimiento: el papel clave de la Dirección de recursos Humanos. Una investigación empírica cualitativa, *XIII Congreso ACEDE*, Salamanca.

Patton, M. Q. (1990). *Qualitative Evaluation and Research Methods*. SAGE.

Rialp, A., Rialp, J., Urbano, D., y Vaillant, Y. (2005a). "The Born-Global Phenomenon: A Comparative Case Study Research. *Journal of International Entrepreneurship*, 3(2), pp. 133-171.

Rialp, A., Martínez, P. C., y Rialp, J. (2005b). El desarrollo exportador de las pymes industriales españolas participantes en un consorcio de exportación: un estudio de caso. *Cuadernos de Gestión*, 5(2), pp. 95-116.

Rodríguez Monroy, C., y Fernández Chalé, L. (2006). Manufactura textil en México: un enfoque sistémico. *Revista Venezolana de Gerencia*, 11(35),

335-351. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1315-99842006000300002&lng=esytlng=es.

Secofi, (1985). NMX-AA-015-1985. *Protección al ambiente; contaminación del suelo; residuos sólidos municipales; muestreo; método de cuarteo*. Dirección General de Normas.

Secofi (1985). NMX-AA-022-1985. *Protección al ambiente; contaminación del suelo; residuos sólidos municipales; selección y cuantificación de subproductos*. Dirección General de Normas.

Sedema (2013). *Norma Ambiental para el Distrito Federal NADF-024-AMBT-2013, que establece los criterios y especificaciones técnicas bajo los cuales se deberá realizar la separación, clasificación, recolección selectiva y almacenamiento de los residuos del Distrito Federal*. México: Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal.

Semarnat (2019). *Visión Nacional Hacia una Gestión Sustentable: Cero residuos*. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/435917/Vision_Nacional_Cero_Residuos_6_FEB_2019.pdf.

Senado (12 de noviembre de 2021). *Ley de Economía Circular*. Gaceta del Senado. https://www.senado.gob.mx/65/gaceta_del_senado/documento/101326.

Supraciclaje Recicladora (2019). Supraciclaje <https://www.supraciclaje.com/>.

Stake, R. (1994). Case study. En N. Denzin e Y. Lincoln (Eds.), *Handbook of qualitative research* (págs. 236-247). Thousand Oaks, CA, Sage.

Stoecker, R. (1991). Evaluating and Rethinking The Case Study. *The Sociological Review*, 39 (1).

Vaillant, Y., Urbano, D., Rialp, J., y Rialp, A. (2006). Un estudio cualitativo y exploratorio de cuatro nuevas empresas exportadoras. *Cuadernos de Economía y Dirección de la Empresa*, 29, 107-132. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=80792905>

Yin, R. K. (1982). Studying the implementation of public programs. En Williams, W. (eds.), *Studying Implementation; Methodological and Administrative issues* (pp. 36-72). Chatham House.

Yin, R. K. (1989). *Case Study Research. Design and Methods*, Applied Social Research Methods Series, SAGE Publications.

Yin, R. K. (1993). *Applications or case study research*. SAGE Publications.

Yin, R. K. (1994): *Case Study Research. Design and Methods*. SAGE Publications.

Yin, R. K. (1998). The Abridged Version of Case Study Research. En Bickman, L. y Rog, D. J. (eds.). *Handbook of Applied Social Research Methods* (pp. 229-259). SAGE Publications.

Zero Waste Europe (2013). From the 3Rs to the Zero Waste hierarchy. En Zero Waste International Alliance. <https://zerowasteurope.eu/2013/04/zero-waste-hierarchy/>.

Transformación del modelo de negocio lineal al circular, barreras por superar para lograr la transición a una economía circular

Víctor Manuel Molina Morejón*

Gloria Cristina Palos Cerda**

Jesús Gerardo Morales Rivas***

***ORCID:** <https://orcid.org/0000-0001-9194-0840>; **ResearchGate:** <https://www.researchgate.net/profile/Victor-Molina-6>

Doctor en Ciencias Técnicas por el Instituto Politécnico de Odessa, Ucrania-URSS; miembro del Sistema Nacional de Investigadores. Profesor investigador en la Universidad Autónoma de Coahuila, México.

****ORCID:** <https://orcid.org/0000-0003-1467-982X>; **ResearchGate:** <https://www.researchgate.net/profile/Cristina-Palos>

Doctora en Administración y Alta Dirección por la Universidad Autónoma de Coahuila; miembro del Sistema Nacional de Investigadores, Universidad Politécnica de San Luis Potosí, México.

*****ORCID:** <https://orcid.org/0009-0002-1124-699X>;

ResearchGate: <https://www.researchgate.net/profile/Jesus-Morales-33>

Maestro en Administración y Alta Dirección por la Universidad Autónoma de Coahuila; profesor en la Universidad Autónoma de Coahuila, México.



Resumen

El comienzo del nuevo milenio marca un punto de inflexión en el que los precios reales de los recursos naturales comenzaron a aumentar, al igual que la volatilidad de los precios de los metales. Por lo tanto, se necesita una comprensión integral del diseño de modelos de negocios lineales para avanzar hacia modelos circulares que estimulen la implementación de la economía circular. El objetivo de este capítulo fue analizar los criterios y valoraciones que giran en torno a la transformación del modelo de negocio lineal hacia uno circular que supere las principales barreras que actualmente lo limitan, con el fin de iniciar la transición hacia una economía circular. La metodología utilizada fue exploratoria-descriptiva y las principales barreras encontradas fueron intereses financieros, habilidades y conocimientos, trámites legales, costos relacionados y poco interés en promover la reducción. Como resultado de la investigación se obtuvo un grupo importante de definiciones y componentes de la economía circular; así como una propuesta para migrar del modelo de negocio lineal del Instituto al Fomento a la Calidad de México a un modelo de negocio circular y un análisis de las principales barreras que actualmente limitan esta transformación.

Palabras clave: *economía circular, modelo de negocios, barreras.*

Abstract

The beginning of the new millennium marks a turning point where real prices of natural resources began to increase, as the volatility of metal prices did it. Therefore, a comprehensive understanding of linear business model design is needed to move towards circular models that stimulate the implementation of the circular economy. The objective of this chapter was to analyze the criteria and assessments that revolve around the transformation of the linear business model to a circular one that overcomes the main barriers that currently limit it to begin the transition towards a circular economy. The methodology used was exploratory-descriptive and the main barriers found were financial interests, skills and knowledge, legal procedures, costs, and little interest in promoting reduction. As a result of the research, an important group of definitions and components of the circular economy was obtained; a proposal to migrate from the linear business model of the Instituto al Fomento a la Calidad de México to a circular business model and an analysis of the main barriers that currently limit this transformation.

Keywords: *circular economy, business model, barriers.*

Introducción

El interés por los estudios que tienen sus bases conceptuales sobre el manejo de materiales usados en los procesos productivos se remonta décadas atrás. Boulding (1966) es reconocido por ser el pionero en el tema al plantear la idea de que los sistemas circulares (más no los lineales), dentro de la economía globalizada, son la base para garantizar, a largo plazo, la vida humana. Posteriormente, Pearce y Turner (1989) hablaron sobre la importancia de emplear los sistemas circulares, con el apoyo de reciclaje para la sostenibilidad. Paralelamente al surgimiento de contribuciones científicas,

aparecieron los primeros instrumentos gubernamentales: Alemania, en 1972, fue el primer país en implementar la ley de eliminación de residuos, así como la concepción de que quien produce tiene la obligación legal sobre el uso responsable de los desechos generados. El alcance del estudio de la economía circular (de ahora en adelante EC) se amplió a otros campos del conocimiento, como la economía industrial, con énfasis en la aplicación de los principios ecológicos en los medios de producción y la relación entre los límites de las empresas y de los mercados (Preston, 2012).

Para Cerdá y Khalilova (2016), a partir del 2015 se dio un periodo trascendental para catapultar a la EC. Contribuyeron los trabajos de Webster (2015), Wijkman y Skanberg (2015), Lacy y Rutqvist (2016), quienes plantearon la grave problemática alrededor del uso irresponsable de desechos, lo cual abrió la puerta a la alternativa primordial de la EC por medio del empleo de energías renovables y eficiencia de recursos.

La EC es aquella que tiene un diseño restaurador y regenerativo, y cuyo objetivo es mantener los productos, componentes y materiales en su máxima utilidad y valor en todo momento, pues distingue entre ciclos técnicos y biológicos. Este nuevo modelo económico busca, en última instancia, desvincular el desarrollo económico global del consumo de recursos finitos. También permite objetivos políticos clave, como generar crecimiento económico, crear empleos y reducir los impactos ambientales, incluidas las emisiones de carbono. (Ellen MacArthur, Foundation 2015).

Al rediseñar el modelo de negocio (en lo adelante MN), se pretende cambiar la forma en que opera la organización para aprovechar los recursos y transformar las prácticas existentes, según sus visiones estratégicas (Rajala, Westerlund y Lampikoski, 2016).

El cambio tecnológico está llevando a las empresas a innovar el MN, por lo que es imperante considerar la interacción entre productores y consumidores, mediante el rediseño de los canales de marketing, la mejora de la logística, la auditoría y la adopción de un MN basado en una EC con el objetivo de redefinir su estructura y valor (De Bernardi *et al.*, 2020). Sumado a la complejidad de redireccionar el MN en las organizaciones, en el escenario económico quedó pendiente el abordaje de las proposiciones alrededor de la EC, dado que refleja diferentes interpretaciones de lo que en la práctica implica (Ghisellini, Cialani y Ulgiati, 2016).

Por ejemplo, mientras algunas corrientes del conocimiento están centradas en la generación de empleos, se suma la variable de sostenibilidad en un sentido más amplio y, en su caso, otras corrientes aluden a que la optimización de la gestión de residuos debe ser el eje rector en los MN.

Entre los obstáculos frecuentemente identificados para la implementación de una EC se encuentran las tecnológicas, políticas regulatorias, financieras y

económicas, gerenciales, indicadores de desempeño, de clientes y sociales (Araujo *et al.*, 2018), por lo que un país requiere un fuerte apoyo público para migrar toda una estructura ambiental basada en un modelo productivo lineal a uno que adopte la EC.

Por todo lo anterior, el objetivo del presente capítulo es analizar los criterios y valoraciones que giran en torno a la transformación del modelo de negocio lineal a uno circular, que supere las barreras principales que actualmente lo limitan y logre iniciar el tránsito hacia una economía circular. Se justifica la presente aportación de capítulo dado que se espera que la población mundial alcance los 9.7 billones para 2050 (Naciones Unidas, 2023), y la humanidad necesita equilibrar una demanda cada vez mayor de energía y recursos naturales con una gestión sostenible de los ecosistemas de negocios.

La estructura del presente capítulo inicia con un análisis de las aportaciones conceptuales alrededor de la EC, así como de las estrategias que contribuyen a la transición del MN lineal a uno basado en EC. Posteriormente, se expone una propuesta de modelo de negocios circular (MNC), luego sigue un análisis de las barreras que limitan el paso a una EC, donde, según Ghisellini y Ulgiati (2020), las principales barreras son la ausencia de normas y legislaciones políticas, finalmente se exponen las conclusiones

Desarrollo

Esta investigación es de tipo exploratoria-descriptiva, ya que el tema ha sido poco investigado o abordado en México y, en particular, en las empresas estudiadas, son analizadas en el marco de una tesis doctoral —en proceso— cuyo título abarca la “...transición a la economía circular en medianas industrias de la madera”.

Es un trabajo descriptivo porque determina características del fenómeno que se está analizando. Este tipo de investigación mide o evalúa diferentes aspectos, dimensiones o componentes del fenómeno en estudio y una descripción más o menos profunda, pero en todo caso se basa en la medición de uno o más atributos del fenómeno descrito. (Hernández-Sampieri, *et al.*, 2014).

Finalmente, es un estudio explicativo pues en el capítulo se busca “encontrar las razones o causas que provocan ciertos fenómenos” (Hernández-Sampieri *et al.*, 2014, p. 132) y propender u orientar el empleo de algunas de las prácticas que se mencionan en este trabajo, con el fin de transitar hacia una economía circular.

Definiciones y componentes clave de la EC

La tradicional economía lineal sólo considera el tomar, hacer, consumir y desechar (Kuo y Chang, 2021). Caso contrario cuando una política atrae a las

industrias y a los consumidores de un sistema de economía lineal, intensivo en desechos, hacia un sistema de producción y consumo menor (Bibas, Chateau y Lanzi, 2021). La EC incentiva el consumo de recursos renovables por medio de estrategias de restauración para mantener los componentes y materiales en uso durante más tiempo y prolongar la vida del producto (Kristoffersen et al., 2021).

En el modelo EC todo el sistema está preparado para reutilizar, reparar, restaurar y reciclar recursos para que generen valor una y otra vez, lo cual crea un uso racional y eficiente (Araujo et al., 2021). La anterior es la principal razón por la que diversos sectores manufactureros comienzan a adoptar modelos basados en EC debido a que ayudan a reducir residuos y aumentar la productividad. Bajo este concepto el material se utiliza de manera eficiente y se optimizan los tiempos de producción, pues mejora la calidad del producto (Manoharan et al., 2022).

Sin embargo, aún queda pendiente una compleja tarea que es la orientación unificada de los componentes conceptuales de la EC, la tabla 1 presenta algunas definiciones relevantes que describen la diversificación de significados alrededor de la EC.

Tabla 1. Definiciones y componentes clave alrededor de la EC

Definiciones	Componentes clave
Concepto holístico que cubre las actividades de reducir, reutilizar y reciclar en el proceso de producción, circulación y consumo (Jiao y Boons, 2014).	Reducción, reutilización, reciclaje, producción.
Sistema que sustituye operaciones por medio de la reducción de consumo, reutilización de productos o componentes de instrucción como el reciclaje para alargar el tiempo de vida del producto (Lawrenz et al., 2021).	Reducción, reutilización, reciclaje, producto.
Modelo donde todos los procesos de producción están diseñados con el fin de preservar el desempeño ambiental y el bienestar del ser humano, aplicando estrategias que ayuden y promuevan el desarrollo económico (Centobelli et al., 2021).	Producción, ambiente, desarrollo, económico.
Modelo económico sostenible basado en los procesos de producción, consumo, distribución y reutilización; cuyo objetivo es contribuir al desarrollo sostenible de los países, aumentando la oferta de recursos renovables y materiales secundarios (García-Sánchez et al., 2021).	Producción, reutilización, sostenibilidad, recursos renovables, materiales secundarios.
Componente de la cadena de valor en un ciclo cerrado que ofrece beneficios económicos y ambientales y ayuda a disminuir la presión ambiental (Karuppiyah et al., 2021).	Cadena de valor, beneficios económicos, ambiental.

Acciones que promueven un crecimiento sostenible, pues retienen el valor de los materiales que fluyen en la operación y aplican acciones que permitan un mejor aprovechamiento de estos (Moreno, Triguero y Cuerva, 2021).	Crecimiento sostenible, valor, materiales, aprovechamiento.
Principios que promueven la minimización o eliminación de los desechos y la contaminación, y maximizan el uso de productos y materiales, así como la regeneración de sistemas naturales (Patwa <i>et al.</i> , 2021).	Minimizar, contaminación, productos, regeneración de sistemas.

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 1 se puede apreciar la variedad de aportaciones centradas en definir a la EC desde un concepto, sistema y modelo hasta el ser un agente promotor. Los axiomas iniciales del modelo EC se denominaron las 3R, “reducción de residuos”, “reutilización” y “reciclaje” de recursos y productos, y se han vuelto familiares en muchas regulaciones nacionales de residuos en todo el mundo. Pero gran parte de las regulaciones nacionales se ha orientado hacia la promoción sólo del reciclaje; las otras *erres* (reducción y reutilización) de la EC se encuentran con menos frecuencia en las definiciones de 2012 o posteriores (Kirchherr, Reike y Hekkert, 2017). Sin embargo, no se puede restar importancia o demeritar el reciclaje pues reciclar (metales, papel, cristal, plástico, entre otros) es uno de los procesos que se deben apoyar para transitar hacia la EC.

El Senado mexicano aprobó la Ley General de Economía Circular, que busca reducir el impacto de las actividades económicas en el medioambiente y minimizar el desperdicio de materiales a través de la reutilización, el reciclaje y el rediseño. Se priorizan las prácticas del reciclaje con énfasis en reglamentar las actividades del recuperador primario (conocido con el nombre de *pepenador*) (Senado de la República, 2021).

La implementación de la EC, basada en definiciones que no valoran el tema de reducir y reutilizar como primordiales, puede resultar en que se continúe con un modelo insostenible de negocios. Por ejemplo, cuando se aborda el tema de los métodos de eliminación de residuos en las organizaciones se expone el grado en que se administran los impactos ambientales equitativos o no equitativos, como es el caso del uso de vertederos. Por ello, antes de convertir cualquier material en residuo se deben prever las opciones de reutilización, reciclaje y recuperación para reducir los impactos ecológicos (Global Sustainability Standards Board, 2018). Por otra parte, Wei, Song y Wang (2017) escriben sobre la necesidad de explicar el manejo de residuos para proporcionar orientación a aquellos interesados, pues apenas se incluyen en las aportaciones científicas y habitualmente las organizaciones toman el camino de menor resistencia.

Finalmente, la información expuesta sobre definiciones y componentes demuestra un recorrido que pasa de la incorporación de propiedades tangibles relativas a la producción y recursos, para concluir con el énfasis de beneficios económicos y ambientales. Posiblemente, se lee una falta de unificación de sus componentes clave, además de que deja fuera otros relevantes como la coordinación público-privado para su cometido.

Ahora bien, transitar de un MN lineal (por ejemplo, Canvas) a uno circular basado en la EC requiere diseñar procesos productivos apreciando las características de modularidad, versatilidad y adaptabilidad. Esto ofrece una solución prometedora, debido a que permite enfrentar los desafíos de la escasez de recursos y eliminación de residuos; inclusive para convertir en una realidad a los objetivos de desarrollo sostenible (Karuppiyah *et al.*, 2021).

La EC ayuda a los MN a remplazar el ciclo de vida del producto por reducción, reciclaje, reutilización y recuperación de materiales, lo cual logra un desarrollo sustentable, tanto para las organizaciones como para el medioambiente (Vanhuysse *et al.*, 2021). Las empresas y sus proveedores deben asegurarse de reciclar y recoger sus residuos con el fin de estimar y controlar el flujo de desperdicio (Woodard, 2021). Para la implementación de la EC, partiendo de un modelo de negocio circular, es necesario poner atención en los roles clave del negocio, tomar decisiones con base en el contexto y que las partes interesadas den apoyo al esquema (Schulz *et al.*, 2021), por lo que el reto será encontrar el camino idóneo para su adaptación. En la tabla 2 se exponen estrategias factibles para la transición del MN lineal a uno basado en EC.

Tabla 2. Estrategias enfocadas para la transición de un MN basado en EC

Autores	Modelo	Descripción
Antikainen, Uusitalo y Kivikytö (2018)	Sistema de servicio de producto	Afirman que la combinación de productos tangibles e intangibles deben estar diseñados para que sean conjuntamente capaces de satisfacer las necesidades del cliente final. Las empresas deben crear productos que tengan una larga vida útil para obtener negocios circulares.
Calderón y Rutkowski (2020)	Sistema regenerativo	Exponen que la entrada y el desperdicio de recursos, las emisiones y las fugas de energía se minimizan al ralentizar, cerrar y estrechar los ciclos de energía y materiales, a través del diseño duradero, mantenimiento, reparación, reutilización, refabricación, reacondicionamiento y reciclaje.
Araujo <i>et al.</i> (2021)	Modelo 7R	Presentan las acciones de reducir, reciclar, reutilizar, rediseñar, renovar, reparar y recuperar para lograr la transición hacia una EC con el objetivo de extender la vida útil de los recursos por medio del racional y eficiente uso de generar valor repetidamente.
Garrido (2017)	I+D ambiental y energética pública	Proponen un modelo con variables que buscan minimizar, recuperar, reciclar y reutilizar materiales y energía, para hacer una transición de una economía lineal a partir de la inversión de I+D ambiental y energética pública con la finalidad de sustituir los esfuerzos financieros de las empresas.

Pegels <i>et al.</i> (2022)	Enfoque conductual de ciclo completo	Sugieren implementar programas internos en las organizaciones con el fin de que los empleados organicen y separen el residuo de la materia prima para su reutilización. Para ello se debe considerar qué productos generan residuos y de cuáles lograr una reutilización que beneficie e impacte en la rentabilidad de la empresa.
Chierici y Copani (2016)	Actualización de productos en la refabricación	Determinan una metodología con el objetivo de resumir los impactos ambientales y económicos, así como los indicadores y estrategias para mejorar dichos desempeños basados en ciclos de actualización de productos con estrategias de remanufacturas. A partir de un fuerte activo de creación de valor y una configuración del MN para productores.
Centobelli <i>et al.</i> (2021)	Perspectiva de gestión de la cadena de suministro sostenible	Conjuntan una estrategia para explorar las relaciones entre la presión social, el compromiso ambiental, los incentivos económicos verdes, la gestión de las relaciones de la cadena de suministro y el diseño sostenible de la cadena de suministro para fomentar la transición a la economía circular de las empresas y sus cadenas de suministro.
Pieroni <i>et al.</i> (2021)	Sistema experto para economía circular	Exponen prácticas sistematizadas que mejoran el pensamiento estratégico para idear MN alternativos con propuestas de valor razonables y viables para implementar beneficios circulares, tales como un marco estructurado para confirmar suposiciones y una estructura lógica que impulsa la toma de decisiones y reduce la incertidumbre.
Pizzi <i>et al.</i> (2021)	Modelos de negocio sostenibles y Fintech	Reconocen el papel de las Fintech como facilitadoras de la transición hacia modelos de negocios sostenibles para las empresas, a través de la lente del lienzo Canvas que conduzca a una mejor integración de las prácticas de EC y MN sostenibles.
Ellingsen y Vildåsen (2022)	Modelos de negocios circulares a partir del ciclo de vida del producto	Determinan que todos los actores de la cadena de valor deben tener un papel integrado en el desarrollo de nuevos productos y modelos comerciales circulares, particularmente en el proceso de cocreación y diseño colectivo (incremental y radical en los procesos), con un plan holístico para reducir la huella ambiental en general. Esto asegura un uso mejor y más eficiente de los recursos globales, los procesos industriales y laborales.
Salvador <i>et al.</i> (2021)	Estrategias de economía circular de modelado de negocios	Afirman que las estrategias de EC que influyen en mayor medida son el desarrollo de asociaciones estratégicas para la circularidad, la participación de las partes interesadas a lo largo de la cadena de valor y las tecnologías digitales para permitir la circularidad. Los componentes básicos más influenciados por las estrategias de economía circular son los segmentos de clientes, las relaciones con los clientes y las asociaciones clave.

Fuente: Garrido *et al.* (2021).

Indistintamente a la perspectiva de transición, ya sea por medio de la cadena de suministro, ciclo de vida del producto o industrias emergentes, el punto medular y de encuentro es el tema ambiental. De acuerdo con Sarmiento, Carro y Nava, (2022) es inevitable la necesidad de la sostenibilidad del planeta y la EC representa una solución real para que las empresas que continúan trabajando bajo un sistema de producción lineal tradicional encuentren obsoleta su orientación.

Modelo de negocios circular (MNC)

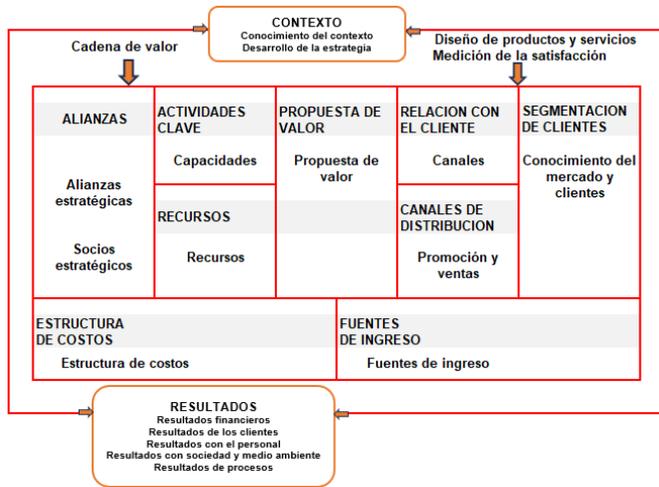
Las capacidades de innovación del MN pueden desencadenar una ventaja competitiva sostenible y dinámica para las empresas, lo que aumenta aún más su importancia para la estrategia de la organización (Casadesus y Ricart, 2010). Un sistema de EC requiere el diseño e implementación de MN que se basen en utilizar la menor cantidad de recursos durante el mayor tiempo posible, mientras se extrae el mayor valor en el proceso. Las organizaciones que estén dispuestas a adoptar el modelo de EC deben implementar nuevos tipos de MN al repensar las propuestas de valor y desarrollar cadenas de valor que ofrezcan eficiencia de costos, efectividad de producción y un desempeño comercial factible.

En particular, se requiere un marco conceptual para aclarar qué prácticas específicas para la propuesta de valor, la captura de valor, la entrega de valor (es decir, la participación del cliente) y la creación de valor (es decir, la gestión de la cadena de suministro) pueden permitir diferentes modelos comerciales circulares (Rosa *et al.*, 2019). Lo anterior no es un tópico emergente, Stahel y Reday (1976) introdujeron ciertas características de una EC, centrándose en la economía industrial, y conceptualizaron una economía de bucle para describir estrategias industriales para la prevención de residuos, la creación de empleo regional, la eficiencia de los recursos y la desmaterialización de la economía industrial. Stahel (1982) también enfatizó que vender la utilización en lugar de la propiedad de los bienes es un modelo comercial relevante para una EC, dado que permite que las industrias obtengan ganancias mientras reducen o minimizan los costos y riesgos asociados con los desechos.

La innovación del MNC puede definirse como la conceptualización e implementación de modelos que comprende: la creación de nuevas empresas circulares, la diversificación en modelos de negocio circulares, la adquisición de modelos de negocio circulares o la transformación de una empresa modelo en una circular. Esto puede afectar todo el modelo de negocio o uno o más de sus elementos, las interrelaciones entre los elementos y la red de valor (Geissdoerfer *et al.*, 2020).

Joustra, de Jong y Engelaer (2013) identificaron cinco pasos para ayudar a las pequeñas y medianas empresas (pyme) a ingresar a la EC. Los dos primeros pasos comprenden leer sobre la EC y conocer la preparación de la empresa, los socios y las partes interesadas en la cadena de suministro para la EC. Los siguientes dos pasos sugieren evaluar las oportunidades de rediseño que podrían llevar los productos a un modelo comercial más circular y comprender el servicio que una empresa podría brindar y cómo se debe rediseñar el modelo para permitirlo. El último paso prueba si el valor entregado es el valor que los clientes esperan y pagarán. Para diseñar el MNC, los autores de este capítulo, partieron de los aportes de Lewandowski (2016) y del modelo de negocios de las micro y pequeñas empresas del Instituto para el Fomento a la Calidad (2015) (véase figura 1).

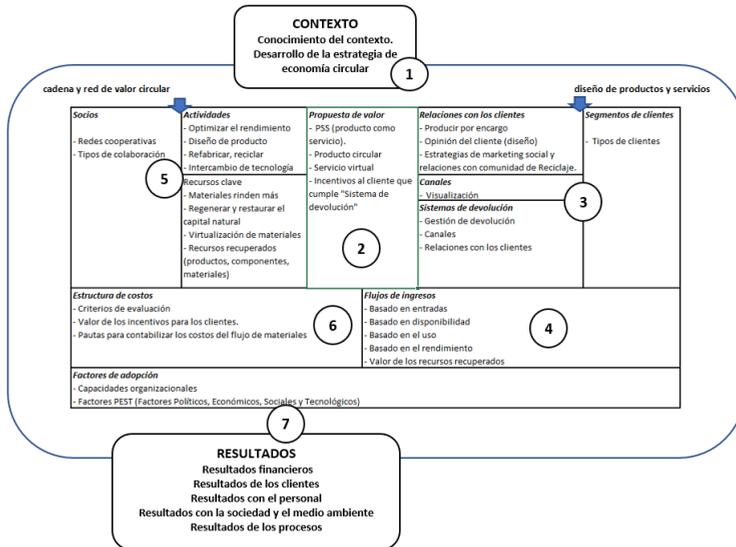
Figura 1. Patrón visual de modelo de negocios



Fuente: Instituto para el Fomento a la Calidad (2022).

El modelo anterior es una versión propia de México sobre el Modelo Canvas de Osterwalder y Pigneur (2010). Por otro lado, el modelo propuesto se compone de bloques de construcción que se han identificado con números dentro de un círculo (véase figura 2).

Figura 2. Patrón visual de MNC



Fuente: Elaboración propia a partir de Lewandowski (2016) y del Instituto para el Fomento a la Calidad (2022).

El bloque número uno se refiere a la importancia de identificar, plenamente, el contexto de la organización y el impulso de las estrategias para desarrollar la EC en la empresa. El bloque número dos identifica la propuesta de valor en donde, como aspecto nuevo se destaca el concepto de *Producto como servicios* (PSS), para garantizar el retorno de los bienes tras su uso en las empresas. En un sistema de producto-servicio, una empresa ofrece acceso al producto, pero conserva su propiedad, la cual es una alternativa al modelo tradicional de “comprar y poseer”.

Como aspecto novedoso se incorpora el producto circular, un servicio virtual orientado al uso, incluido el arrendamiento de productos, alquiler, agrupación y unidad de pago por servicio; o servicios orientados a los resultados, como la tercerización y la necesidad de brindarle incentivos al cliente que emplea el proceso de sistemas de devolución (Lewandowski, 2016).

El bloque número tres contiene las relaciones con los clientes, donde se prioriza la “producción por encargo”, un sistema generalmente conocido como *make to order*, en el cual no se generan inventarios para vender, sino que se fabrica lo que el cliente solicita con las especificaciones y detalles del producto y cómo debe funcionar. Surge entonces un tema relacionado con la opinión del cliente basada en el diseño que él solicita, cuestión muy ligada a la producción por encargo.

Algo nuevo no incluido en los modelos de Canvas son las estrategias de *marketing* social y relaciones con la comunidad de reciclaje, al partir del principio de la existencia del reciclaje 2.0. En esta comunidad todos los integrantes contribuyen a disminuir el uso de materias primas vírgenes.

En el bloque número tres, también se manejan cuestiones relacionadas con la venta de propuestas de valor virtualizadas y su entrega virtual, así como la venta de propuestas de valor no virtualizadas, pero a través de canales virtuales de comunicación con los clientes.

Un componente nuevo identificado como sistema de devolución propende a que los clientes devuelvan productos usados por un valor acordado en el marco de un proceso identificado como bucles de materiales, que es la idea central de la EC. Asume que los productos, sus componentes y los materiales se pueden conectar en cascada, digamos en el caso de los nutrientes biológicos, para reutilizar, redistribuir, remanufacturar, reacondicionar o reciclar en el caso de los aspectos técnicos requiriendo una recolección previa por parte del consumidor y una logística inversa. También se incluye todo lo relacionado con los segmentos del cliente que están estrechamente ligados con el aspecto número uno, cuando identificaron el contexto de la organización. Existen factores de adopción que comprenden factores internos y externos que inciden en la adaptación de un modelo de negocio a los principios de la EC.

El bloque número cuatro está relacionado con los flujos de ingresos que coinciden con todas las ideas iniciales de Osterwalder, es decir, flujos de ingreso basados en las entradas por la disponibilidad, el rendimiento y el valor de los recursos recuperados.

Luego de identificar los flujos de ingresos, se llega al bloque número cinco, que comienza en una estrategia relacionada con la cadena y la red de valor circular en tanto aspectos importantes para asociar las actividades con los recursos claves y con los socios. Es necesario conocer quiénes integran las redes cooperativas y los tipos de colaboración que se van a establecer. Estas actividades conjuntas buscan el rendimiento, el diseño de productos y el intercambio de tecnologías. Dentro de los recursos claves de este mismo bloque está la utilización de materiales que rindan más, con el fin de regenerar y restaurar el capital natural, la virtualización de los materiales y los recursos recuperados que pudieran ser producto, componentes y materiales.

En el bloque número seis se analiza la estructura de costos y los criterios de evaluación, tal como se presenta en el modelo de Canvas. Los incentivos para los clientes, como resultado del retorno de los bienes, es algo nuevo que la estructura de costos debe contemplar, así como las pautas para contabilizar los costos del flujo de materiales, porque no sólo son flujos en que participan los proveedores, sino que también suceden a partir del retorno que los propios colaboradores realizan.

Finalmente, el bloque número siete presenta los factores de adopción. Lewandowski (2016) agrupa las capacidades organizacionales y los factores en PEST (políticos, económicos, sociales y tecnológicos). Como complemento, presentamos, en la parte inferior de la figura 2, un grupo de resultados a alcanzar, que incluyen resultados financieros, resultados de los clientes, resultado con el personal, resultados con la sociedad y el medioambiente y el resultado de los procesos. O sea, hay una combinación de los factores PEST y las capacidades organizacionales con el modelo nacional para la competitividad (Instituto para el Fomento a la Calidad Total, 2018; Molina, López y Casio, 2015).

Barreras por superar para lograr la transición a una economía circular

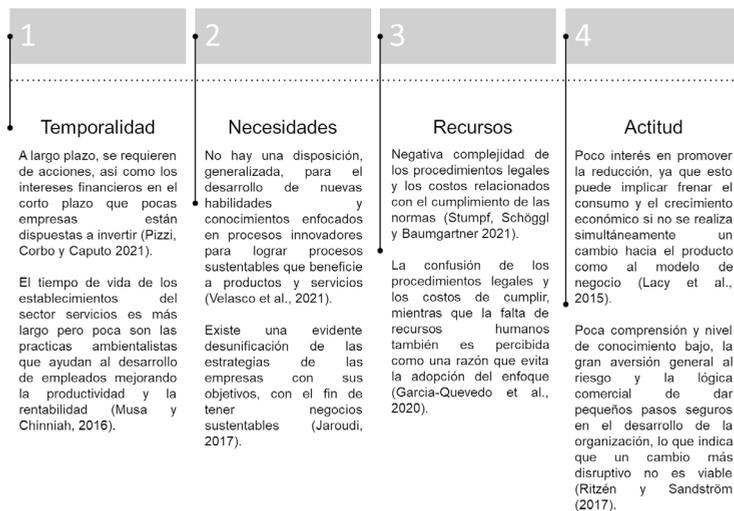
Las acciones de política climática, el aumento general en la conciencia social de los consumidores, el desarrollo y la adaptación de prácticas productivas sustentables (Lazarevic, Kautto, y Antikainen, 2020) y el plan compartido dentro de la Agenda de Desarrollo 2030 estimulan al replanteamiento de objetivos del orden público y empresariales que permitan una producción y consumo responsables (Da Costa, 2022). Por estas razones, la EC simboliza un enfoque urgente y necesario, para impulsar un modelo de producción que mantenga los recursos en la economía durante el mayor tiempo posible, que reduzca la cantidad mayor de residuos y aproveche al máximo los que potencialmente se puedan reutilizar (García, 2022).

Actualmente, existen evidencias de avances y logros por parte de las economías mundiales hacia la adopción de la EC en los MN. Por ejemplo, la Comisión Europea (2020) ha escogido un reglamento como instrumento legal, que tiene como objetivo principal promover el modelo de EC mediante el cierre de los ciclos de los materiales a lo largo del ciclo de vida del producto (Malinauskaite, Anguilano y Rivera, 2021). Grecia y Finlandia aplican medidas y políticas de regulación para la gestión de desechos en las que se han estado empleando paquetes de regulación más optimizados y consistentes (Fitch, Benson y Monciardini, 2021). En Asia, Bangladesh ha experimentado reformas en la gestión de residuos sólidos desde 1983, con la adopción de la Ordenanza de la Corporación de la Ciudad de Dhaka y la promulgación de la Estrategia Nacional 3R en 2010. Por medio de estas, se han introducido planes de acción, prácticas de segregación y reciclaje de residuos desde los hogares hasta el nivel del vertedero (Jerin *et al.*, 2022).

En Latinoamérica, Colombia fue el primer país en aprobar reglamentos que consideran la aplicación de estrategias de EC. Ahí se publicaron 83 leyes, las cuales fueron analizadas por medio de revisión de literatura, instituciones de gobierno, comisiones legislativas y públicas (Calderón y Rutkowski 2020).

Sin embargo, se mantiene como un gran reto el adaptar un enfoque circular debido a que primero se debe cambiar la infraestructura a un modelo de circuito cerrado, entre otros temas que además de complejos, consumen recursos organizacionales (Pedone *et al.*, 2020). La figura 3, representa las principales razones que exponen las empresas para no transitar un MN bajo la perspectiva del EC.

Figura 3. Argumentos en contra de la transición de MN basado en EC



Fuente: Elaboración propia.

Los argumentos anteriores podrían resumirse en perspectivas de gobierno, organización, proveedores y sociedad (Huang *et al.*, 2021), aunque la literatura afirma que las principales barreras son la ausencia de normas y legislaciones políticas (Ghisellini y Ulgiati 2020). Por su parte, otros autores dicen que las principales barreras se refieren a los aspectos financieros y económicos, de cadena de suministro, tecnológicos y organizacionales (Huang *et al.*, 2021). Dentro de este marco, también es vital indicar las culturales, como son el comportamiento del conjunto de la personas o sociedad, así como puede ser el consumo de los países o los trabajos informales (Vanhuysse *et al.*, 2021).

Por lo tanto, es relevante analizar las alternativas que se han implementado y que se vislumbran para ser efectivas en la transición de un MN basado en EC:

- Bote, Sánchez y Montalbán (2022), exponen tres fases de desarrollo para un marco legal de la EC, mediante el estudio y el análisis del contexto, para seleccionar fuentes de referencia esenciales y objetivos aplicables.
- Otwong, Jongmeewasin y Phenrat (2021) promueven la regulación de actividades de reciclaje y mejora en el desempeño de monitoreo del proceso, dentro de un contexto organizacional.
- Do *et al.*, (2022), proponen opciones de políticas ambientales, por medio de entrevistas con expertos, gobierno, sociedad y empresas, por medio de las cuales se logre detectar que los aspectos relevantes son contar con una infraestructura operativamente madura y una cadena operativa robusta.
- Pizzi, Corbo y Caputa (2021) demuestran que la tecnología financiera es el vehículo idóneo para integrar y potenciar el desarrollo de MN sustentables que incorporen los principios de EC.
- Rodríguez *et al.* (2022) indican que tanto el gobierno como los consumidores deben persuadir y facilitar la adopción de prácticas de EC directamente con desarrollo tecnológico.
- Martínez (2016) sostiene que los empresarios se apoyan de beneficios y adquieren ciertas ventajas de tipo fiscal arancelario, cuando el incentivo está claramente definido para transitar a una EC.
- Kiyabo e Isaga (2019) definen que la orientación al aprendizaje influye en la filosofía organizacional, que va de la mano con la gestión estratégica de recursos para crear ventajas competitivas, lo que sirve para definir los pilares de un MN basado en la EC.

Como se observa, los estudios demuestran un tema relevante: el apoyo del sector público para definir el marco legal, así como los incentivos que facilitan a las empresas su tránsito de modelos negocios. Además, el tema de la cadena de valor sigue siendo el eje rector tanto en los MN convencionales, como de los que se lleguen a operar bajo el enfoque de EC.

Conclusiones

El objetivo de este capítulo fue analizar los criterios y valoraciones que giran en torno a la transformación del modelo de negocio lineal a uno circular que supere las principales barreras que actualmente lo limitan para iniciar la transición hacia una economía circular. La pregunta obligada se refiere a encontrar la razón por la cual la conjugación de los diferentes estudios es compleja, pues resulta que la economía circula (EC) carece de elementos definitorios para ser implementados y adoptados en el modelo lineal, dado el entorno global y ampliamente complejo.

En primer lugar, se presentaron las definiciones, componentes clave y estrategias enfocadas para la transición a un modelo basado en EC, y se llegó a la conclusión de que, a pesar de las diversas referencias bibliográficas, no ha sido posible brindar un modelo sólido y recurrente para ser adoptado. En segundo lugar, se presenta una propuesta de modelo de negocio circular basado en el pleno conocimiento del contexto de las empresas estudiadas que desean transitar de un modelo de negocio lineal a uno circular, en la que destaca el concepto de producto como servicios, así como el bucle que indica el flujo de entrada y salida de materiales en la cadena productiva. Finalmente, es posible concluir que las barreras que impiden que las empresas adopten el enfoque de EC giran en torno a aspectos externos, cuyo efecto frena las estrategias organizacionales que tienen un impacto sostenible en los modelos.

Definitivamente se recomienda profundizar en casos de éxito, ya sean locales, regionales, nacionales o internacionales, pero basados en el logro de la EC y tomando como antesala la estrategia de reciclaje para pasar del modelo de negocio lineal a uno circular. Esto podría ser posible con un tratamiento conveniente de los residuos (para que no todos terminen en rellenos sanitarios), el establecimiento de metas e indicadores fijos en las organizaciones de reciclaje o reutilización. Ha quedado claro que la clave del éxito es la reducción de la acumulación de residuos, así como la reducción de la extracción de recursos naturales. La investigación es relevante porque aporta elementos que contribuyen a conocer y replicar los conceptos expuestos hacia un horizonte que considera el tránsito de un MN lineal a uno circular.

Referencias bibliográficas

- Antikainen, M., Uusitalo, T., y Kivikytö-Reponen, P. (2018). Digitalisation as an Enabler of Circular Economy. *Procedia CIRP*, 73, 45-49. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2018.04.027>.
- Araujo, J., Verdejo, R., López, M. A., y Hernández, M. (2021). Sustainable mobility: The route of tires through the circular economy model. *Waste Management*, 126, 309-322. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2021.03.025>.
- Araujo, G. D. A., De Nadae, J., Clemente, D. G. C., y De Carvalho, M. M. (2018). Circular Economy: Overview of Barriers. *Procedia CIRP*, 73, 79-85. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2018.04.011>.
- Bibas, R., Chateau, J., y Lanzi, E. (2021). *Policy scenarios for a transition to more resource efficient and circular economy*. OECD.
- Bote Alonso, I., Sánchez Rivero, M. V., y Montalbán Pozas, B. (2022). Mapping sustainability and circular economy in cities: Methodological framework from europe to the Spanish case. *Journal of Cleaner Production*, 357. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.131870>.
- Boulding, K. E. (1966). The economics of the coming spaceship Earth. En H. Jarrett (Ed.), *Environmental quality issues in a growing economy* (pp. 3-14). Johns Hopkins University Press.
- Calderón, A. J., y Rutkowski, E. W. (2020). Waste management drivers towards a circular economy in the global south-The Colombian case. *Waste Management*, 110, 53-65. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2020.05.016>.
- Calvo, D. (2016). Empresa privada y participación digital: Modelo de negocio y derecho de petición en change.org. *Obets*, 11(1), 97-128. <https://doi.org/10.14198/OBETS2016.11.1.05>.
- Casadesus, R., Ricart, J (2010) From strategy to business models and onto tactics. *Long Range Plan*, 43 (2-3), 195-215 <https://doi.org/10.1016/j.lrp.2010.01.004>.
- Centobelli, P., Cerchione, R., Esposito, E., Passaro, R., y Shashi (2021). Determinants of the transition towards circular economy in SMEs: A sustainable supply chain management perspective. *International Journal of Production Economics*, 242, 108297. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2021.108297>.
- Cerdá, E., y Khalilova, A. (2016). Economía circular. *Economía industrial*, 401(3), 11-20.

- Chierici, E., y Copani, G. (2016). Remanufacturing with Upgrade PSS for New Sustainable Business Models. *Procedia CIRP*, 47, 531-536. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.03.055>.
- Comisión Europea. (11 de marzo de 2020). *Modificar nuestras pautas de producción y consumos: el nuevo Plan de acción para la economía circular muestra el camino hacia una economía competitiva y climáticamente neutra de consumidores empoderados*. Comisión Europea. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/es/ip_20_420.
- Da Costa, C. (2022). La Economía Circular como eje de desarrollo de los países latinoamericanos. *Revista Economía y Política*, (35), 1-18. <https://doi.org/0000-0003-3169-3519>.
- De Bernardi, P., Azucar, D., Forliano, C., y Franco, M. (2020). Innovative and sustainable food business models. *Contributions to Management Science*, 2(2), 189-221. https://doi.org/10.1007/978-3-030-33502-1_7.
- Do, T. N., Burke, P. J., Hughes, L., y Thi, T. D. (2022). Policy options for offshore wind power in Vietnam. *Marine Policy*, 141, 105080. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2022.105080>.
- Ellen MacArthur Foundation (2015). *Delivering the circular economy: A toolkit for policymakers*. Ellen MacArthur Foundation.
- Ellingsen, O., y Vildåsen, S. S. (2022). Developing circular business models: LCA and strategic choice. *Procedia CIRP*, 109, 437-442. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2022.05.275>.
- Fitch, O., Benson, D., y Monciardini, D. (2021). All around the world: Assessing optimality in comparative circular economy policy packages. *Journal of Cleaner Production*, 286, 125493. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.125493>.
- García, A. C. (2022). Economía circular versus economía lineal. Propuestas normativas en España y Francia relativas al uso de envases y a la información dirigida al consumidor sobre cualidades ambientales de los productos. *CESCO de Derechos de Consumo*, (42), 19-52. https://doi.org/doi/10.18239/RCDC_2022.42.3064.
- García-Quevedo, J., Jové-Llopis, E., y Martínez-Ros, E. (2020). Barriers to the circular economy in European small and medium-sized firms. *Business Strategy and the Environment*, 29(6), 2450-2464. <https://doi.org/10.1002/bse.2513>.
- García-Sánchez, I. M., Somohano-Rodríguez, F. M., Amor-Esteban, V., y Frías-Aceituno, J. V. (2021). Which region and which sector leads the circular

economy? CEBIX, a multivariant index based on business actions. *Journal of Environmental Management*, 297. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.113299>.

Garrido Martinez, E. (2017). *Factores de competitividad en las pymes andaluzas* ([Trabajo de doctorado] Universidad de Huelva). http://rabida.uhu.es/dspace/bitstream/handle/10272/15398/Factores_de_competitividad.pdf?sequence=2.

Geisendorf S., y Pietrulla F. (2017). The circular economy and circular economic concepts—a literature analysis and redefinition. *Thunderbird International Business Review*. 60(5), 771-782. <https://doi.org/10.1002/tie.21924>.

Geissdoerfer, M., Pieroni, M., Pigosso, D. y Soufani (2020) Circular business models: A review. *Journal of Cleaner Production* <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123741>.

Ghisellini, P., y Ulgiati, S. (2020). Circular economy transition in Italy. Achievements, perspectives and constraints. *Journal of Cleaner Production*, 243, 118360. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118360>.

Ghisellini, P., Cialani, C., y Ulgiati, S. (2016). A review on circular economy: The expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. *Journal of Cleaner Production*, 114, 11-32. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.09.007>

Global Sustainability Standards Board (2018). *GRI 306: Efluentes y residuos 2016*. GRI Satnsords. Recuperado el 26 de junio de 2023 de <https://www.globalreporting.org/standards/media/1453/spanish-gri-306-effluents-and-waste-2016.pdf>.

Hernández-Sampieri, R., Fernández, C. F., y Baptista, P. B. (2014). Metodología de la investigación (6.a ed, pág 132.) [Impreso]. Mc Graw Hill. https://apiperiodico.jalisco.gob.mx/api/sites/periodicooficial.jalisco.gob.mx/files/metodologia_de_la_investigacion_-_roberto_hernandez_sampieri.pdf.

Huang, Y., Azevedo, S., Lin, T., Cheng, C., y Lin, C. (2021). Exploring the decisive barriers to achieve circular economy: Strategies for the textile innovation in Taiwan. *Sustainable Production and Consumption*, 27, 1406-1423. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2021.03.007>.

Instituto para el Fomento a la Calidad (2022). *El Modelo Nacional de Transformación Organizacional*. Recuperado el 15 de junio de 2023, de <https://ifc.org.mx/modelo-nacional-de-transformacion-organizacional/>.

- Instituto para el Fomento a la Calidad Total. (2018). Premio Nacional de Calidad: Modelo Nacional para la Competitividad 2018. En Premio Nacional de Calidad. Recuperado 27 de abril de 2024, de <https://www.pnc.org.mx/wp-content/uploads/download-manager-files/Modelo%20Nacional%20para%20la%20Competitividad%202018.pdf>.
- Jaroudi, H. (2017). *Strategies for Small and Medium-Sized Enterprises in Geoeconomic Crisis* Walden Dissertations and Doctoral Studies. 4637. <http://scholarworks.waldenu>
- Jerin, D. T., Sara, H. H., Radia, M. A., Hema, P. S., Hasan, S., Urme, S. A., Audia, C., Hasan, M. T., y Quayyum, Z. (2022). An overview of progress towards implementation of solid waste management policies in Dhaka, Bangladesh. *Heliyon*, 8(2), Cell Press. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e08918>.
- Jiao, W., y Boons, F. (2014). Toward a research agenda for policy intervention and facilitation to enhance industrial symbiosis based on a comprehensive literature review. *Journal of Cleaner Production*, 67, 14-25. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.12.050>
- Joustra, D. J., De Jong, E. y Engelaer, F. (2013) *Guided Choices towards a Circular Business Model*. Interreg IVB.
- Karuppiyah, K., Sankaranarayanan, B., Ali, S. M., Jabbour, C. J. C., y Bhalaji, R. K. A. (2021). Inhibitors to circular economy practices in the leather industry using an integrated approach: Implications for sustainable development goals in emerging economies. *Sustainable Production and Consumption*, 27, 1554-1568. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2021.03.015>.
- Kirchherr, J., Reike, D., y 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>.
- Kiyabo, K., y Isaga, N. (2019). Strategic entrepreneurship, competitive advantage, and SMEs' performance in the welding industry in Tanzania. *Journal of Global Entrepreneurship Research*, 9(1). <https://doi.org/10.1186/s40497-019-0188-9>.
- Kristoffersen, E., Mikalef, P., Blomsma, F., y Li, J. (2021). The effects of business analytics capability on circular economy implementation, resource orchestration capability, and firm performance. *International Journal of Production Economics*, 239, 108205. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2021.108205>.
- Kuo, L., y Chang, B. G. (2021). The affecting factors of circular economy information and its impact on corporate economic sustainability-Evidence

from China. *Sustainable Production and Consumption*, 27, 986-997. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2021.02.014>.

Lacy, P. y Rutqvist, J. (2016). *Waste to Wealth. The Circular Economy Advantage*. Palgrave Macmillan.

Lawrenz, S., Nippraschk, M., Wallat, P., Rausch, A., Goldmann, D., y Lohrengel, A. (2021). Is it all about Information? The Role of the Information Gap between Stakeholders in the Context of the Circular Economy. *Procedia CIRP*, 98, 364-369. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2021.01.118>.

Lazarevic, D., Kautto, P., y Antikainen, R. (2020). Finland's wood-frame multi-storey construction innovation system: Analysing motors of creative destruction. *Forest Policy and Economics*, 110, 101861. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2019.01.006>.

Lewandowski, M. (2016). Designing the Business Models for Circular Economy—Towards the Conceptual Framework. *Sustainability*, 8(1), 43. <http://dx.doi.org/10.3390/su8010043>.

Malinauskaite, J., Anguilano, L., y Rivera, X. S. (2021). Circular waste management of electric vehicle batteries: Legal and technical perspectives from the EU and the UK post Brexit. *International Journal of Thermofluids*, 10, 100078. <https://doi.org/10.1016/j.ijft.2021.100078>.

Manoharan, S., Kumar Pulimi, V. S., Kabir, G., y Ali, S. M. (2022). Contextual relationships among drivers and barriers to circular economy: An integrated ISM and DEMATEL approach. *Sustainable Operations and Computers*, 3, 43-53. <https://doi.org/10.1016/j.susoc.2021.09.003>.

Martinez Hellbusch, M. D. (2016). *Estrategias y determinantes en la internacionalización de PYMES en el contexto del Mercosur, Caso Uruguay*. [Tesis doctoral]. Universidad Católica de Murcia.

Molina, V., López, S., y Casio, V. (2015). *Flexibilización del modelo de negocio de las PYME en el marco de sus componentes financieros*. XX internacional de contaduría administración e informática de la UNAM. <https://investigacion.fca.unam.mx/docs/memorias/2015/1.07.pdf>

Moreno, L., Triguero, Á., y Cuerva, M. C. (2021). Exploring the association between circular economy strategies and green jobs in European companies. *Journal of Environmental Management*, 297. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.113437>.

Musa, H., y Chinniah, M. (2016). Malaysian SMEs Development: Future and Challenges on Going Green. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 224, 254-262. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2016.05.457>.

- Otwong, A., Jongmeewasin, S., y Phenrat, T. (2021). Legal obstacles for the circular Economy in Thailand: Illegal dumping of recyclable hazardous industrial waste. *Journal of cleaner production*, 302, 126969. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126969>.
- Osterwalder, A., y Pigneur, Y. (2010) *Business Model Generation: A Handbook for Visionaries, Game Changers, and Challengers*. Wiley.
- Patwa, N., Sivarajah, U., Seetharaman, A., Sarkar, S., Maiti, K., y Hingorani, K. (2021). Towards a circular economy: An emerging economies context. *Journal of Business Research*, 122, 725-735. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2020.05.015>.
- Pearce, D. W., y Turner R. K. (1989). *Economics of natural resources and the environment*. Johns Hopkins University Press.
- Pedone, G., Beregi, R., Kis, K. B., y Colledani, M. (2020). Enabling cross-sectorial, circular economy transition in SME via digital platform integrated operational services. *Procedia Manufacturing*, 54, 70-75. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2021.07.048>.
- Pegels, A., Castañeda, J. L., Humphreys, C., Kötter, C., Negre, M., Weidner, C., y Kutzner, F. (2022). Aligning recycling behaviors and the recycling system - Towards a full cycle of materials and behavioral methods. *Waste Management*, 138, 1-7. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2021.11.021>.
- Pieroni, M. P. P., McAloone, T. C., Borgianni, Y., Maccioni, L., y Pigosso, D. C. A. (2021). An expert system for circular economy business modelling: advising manufacturing companies in decoupling value creation from resource consumption. *Sustainable Production and Consumption*, 27, 534-550. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2021.01.023>.
- Pizzi, S., Corbo, L., y Caputo, A. (2021). Fintech and SMEs sustainable business models: Reflections and considerations for a circular economy. *Journal of Cleaner Production*, 281, 125217. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.125217>.
- Preston, F. (2012). A global redesign? shaping the circular economy. *Energy, Environment and Resource Governance*, 2, 1-20.
- Rajala, R., Westerlund, M., y Lampikoski, T. (2016). Environmental sustainability in industrial manufacturing: Re-examining the greening of Interface's business model. *Journal of Cleaner Production*, 115, 52-61. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.12.057>.

- Ritzén, S., y Sandström, G. Ö. (2017). Barriers to the Circular Economy - Integration of Perspectives and Domains. *Procedia CIRP*, 64, 7-12. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2017.03.005>.
- Rodríguez-Espíndola, O., Cuevas-Romo, A., Chowdhury, S., Acevedo, N. B. D., Albores, P., Despoudi, S., Malesios, C., & Dey, P. K. (2022). The role of circular economy principles and sustainable-oriented innovation to enhance social, economic and environmental performance: Evidence from Mexican SMEs. *International Journal Of Production Economics*, 248, ELSEVIER. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2022.108>.
- Rosa, P., Sassanelli, C., y Terzi, S., (2019). Towards Circular Business Models: a systematic literature review on classification frameworks and archetypes. *Journal of Cleaner Production*, 236, 117696. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.117696>.
- Salvador, R., Barros, M. V., Freire, F., Halog, A., Piekarski, C. M., y De Francisco, A. C. (2021). Circular economy strategies on business modelling: Identifying the greatest influences. *Journal of Cleaner Production*, 299, 126918. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126918>.
- Sarmiento, S., Carro, J., y Nava, D. (2022). La transición a una economía circular como una ventaja competitiva en la Pyme de la manufactura textil en Tlaxcala, México. *Acta Universitaria*, 32, 1-21. <https://doi.org/10.15174/au.2022.3492>.
- Schulz, M., Niero, M., Rehmann, L. M., y Georg, S. (2021). Exploration of decision-contexts for circular economy in automotive industry. *Procedia CIRP*, 98, 19-24. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2020.11.005>.
- Senado de la República. (2021). Ley General de Economía Circular. En *Dirección General de Difusión y Publicaciones* (N.º 125). Senador de la República. Recuperado 26 de junio de 2023, http://bibliodigitalibd.senado.gob.mx/bitstream/handle/123456789/5431/125.NL_Economia_circular.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- Senado de la Republica (2019). Gaceta del Senado: Promoción de actividades económicas con observancia de normas sociales y medioambientales. Senado de la Republica. Recuperado 26 de junio 2023. https://www.senado.gob.mx/65/gaceta_del_senado/documento/101326.
- Stahel, W. R. (1982). The product life factor. An Inquiry into the Nature of Sustainable Societies: The Role of the Private Sector. NARC, 74-96.
- Stahel, W., y Reday, G. (1976). *Jobs for Tomorrow: The Potential for Substituting Manpower for Energy*. Vantage Press.

- Stumpf, L., Schöggl, J. P., y Baumgartner, R. J. (2021). Climbing up the circularity ladder? - A mixed-methods analysis of circular economy in business practice. *Journal of Cleaner Production*, 316. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.128158>.
- United Nations (2023). *Global Issues Population*. Recuperado el 14 de junio de 2023 de <https://www.un.org/en/global-issues/population#:~:text=The%20world%27s%20population%20is%20expected,billion%20in%20the%20mid%2D2080s>.
- Vanhuyse, F., Fejzić, E., Ddiba, D., y Henrysson, M. (2021). The lack of social impact considerations in transitioning towards urban circular economies: a scoping review. *Sustainable Cities and Society*, 103394. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.103394>.
- Velasco, J., Mendoza, J., Aznar, J., y Gallego, A. (2021). Circular economy implementation in the agricultural sector: Definition, strategies and indicators. *Resources, Conservation and Recycling*, 170. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.105618>.
- Webster, K. (2015). *The circular economy. A wealth of flows*. Ellen MacArthur Foundation.
- Wei, Z., Song, X., y Wang, D. (2017). Manufacturing flexibility, business model design, and firm performance. *International Journal of Production Economics*, 193, 87-97. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2017.07.004>.
- Wijkman, A. y Skanberg, K. (2015). *The Circular Economy and Benefits for Society. Jobs and Climate Clear Winners in an Economy Based on Renewable Energy and Resource Efficiency*. MAVA Foundation.
- Woodard, R. (2021). Waste Management in Small and Medium Enterprises (SMEs): Compliance with Duty of Care and implications for the Circular Economy. *Journal of Cleaner Production*, 278, 123770. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123770>.

El sistema agroalimentario local (Sial) en la perspectiva de la economía circular

Isidro Guillermo Rosales Salinas*
Jessica Alejandra Avitia Rodríguez**
Javier Jesús Ramírez Hernández***

***ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-5506-6360>; **ResearchGate:** https://www.researchgate.net/profile/Isidro_Rosales

Maestro en Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales. Profesor de asignatura del Centro Universitario Tenancingo en la Universidad Autónoma del Estado de México (UAEMéx). México.

****ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-0525-9041>; **ResearchGate:** <https://www.researchgate.net/profile/Jessica-Alejandra-Avitia-Rodriguez-2>

Doctora en Sostenibilidad por la Universidad Politécnica de Cataluña. Miembro del Sistema Nacional. Centro Universitario UAEMéx Tenancingo. México.

*****ORCID:** <https://orcid.org/0000-0003-1716-3554>; **ResearchGate:** <https://www.researchgate.net/profile/Javier-Jesus-Ramirez-Hernandez-2153205822>

Doctor en Ciencias Sociales por El Colegio Mexiquense. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores. Profesor investigador en el Centro de Estudios e Investigación en Desarrollo Sustentable (Cedes), UAEMéx. México.



Resumen

Los sistemas agroalimentarios localizados (Sial) se refieren a la concentración de agroindustrias rurales que generan una activación de recursos (naturales, patrimoniales y organizacionales) en un territorio específico y en torno a la producción, transformación, comercialización y consumo de alimentos. Sin embargo, esta concentración de unidades productivas está basada en los principios de la economía lineal (extracción, fabricación y utilización). Este enfoque de procesos de producción no considera los residuos y emisiones generados en el proceso económico. En contraposición, la economía circular ayuda a reducir los efectos de los procesos lineales (desechos) permite reducir la carga sobre el medioambiente, al tiempo que genera recursos adicionales para otros procesos de producción. El objetivo de esta investigación es teorizar una propuesta (función de producción) del modelo teórico Sial, en la perspectiva de economía circular, para contribuir con el desarrollo conceptual de este. El Sial se considera un referente teórico, ya que permite visualizar la interacción de los actores, productos, técnicas, el saber-hacer y de las instituciones en los sistemas de producción en un territorio específico. Para la metodología se utilizó una revisión sistemática de literatura y un análisis crítico del discurso, lo que permite proponer las funciones de producción de un Sial. Los resultados muestran la teorización del modelo Sial y su abordaje desde un modelo productivo circular, lo cual produce un cambio en el enfoque lineal de producción, el cual ignora posibles recursos secundarios y solo asume modelos lineales de gestión dentro de estos sistemas. En conclusión, la teorización de la función de producción para el Sial permite un avance en el abordaje teórico del Sial, desde la perspectiva de un enfoque de economía circular. Esto permite que se incorporen los residuos como algo útil a la función de producción, es decir que un tipo de recurso de material secundario se puede integrar a los procesos productivos.

Palabras clave: *economía circular, función de producción, Sial, economía lineal, Sial circular.*

Abstract

Localized agri-food systems (LFS) refer to the concentration of rural agro-industries that generate an activation of resources (natural, patrimonial and organizational) in a specific territory around the production, transformation, marketing and consumption of food. However, this concentration of productive units is based on the principles of the linear economy (extraction, manufacture and use). This approach to production processes does not consider the waste and emissions generated in the economic process. In contrast, the circular economy helps to reduce the effects of linear processes (waste) by reducing the burden on the environment and at the same time generating additional resources for other production processes. The aim of this research is to theorize a proposal (production function) of the Sial theoretical model from the perspective of circular economy in order to contribute to its conceptual development. Where the Sial is considered as a theoretical reference, since it allows to visualize the interaction of actors, products, techniques, know-how and institutions in the production systems in a specific territory. For the methodology, a systematic literature review and a critical discourse analysis were used, allowing us to propose the production functions of a LFS. The results show the theorization of the LFS theoretical model and its approach from a circular production model, allowing a change in the linear approach to production, which ignores possible secondary resources and only assumes linear management models within these systems. In conclusion, the theorization of the production function for the LFS allows an advance in the theoretical approach of the Sial from the perspective of a circular economy approach, incorporating waste as something useful to the production function, explained in other way a type of secondary material resource incorporated in the production processes.

Keywords: *circular economy, production function, Sial, linear economy, circular Sial.*

Introducción

En la actualidad, la creciente utilización de los recursos naturales, aunada a los desafíos ambientales y la eliminación de los productos al final de su vida útil, ha atraído una atención general en la acumulación de residuos provocada tanto por la producción y el consumo. Autores como Swaminathan (2017) y Diaz (2004) hablan sobre el impacto de las regulaciones normativas en la gestión de residuos que generan las empresas, las cuales alejan el concepto de economía lineal de dichas empresas.

La dinámica económica en la que vivimos hoy en día está basada en un sistema simple y perjudicial para el medioambiente, ya que se puede definir en tres etapas que son producir, consumir y tirar. Este modelo económico lineal trae consigo un proceso rápido de consumo de recursos, pero muy lento a la hora de digerir los desechos para el planeta, pues está centrado en un sistema económico capitalista, individualista y poco sostenible.

Este enfoque tradicional de procesos de producción no considera los desechos y las emisiones generadas en el proceso económico y se enfoca fuertemente en el volumen de producción. Los desechos y las emisiones se contabilizan como costos de producción si se pueden comercializar, o como costos sociales que se trasladaron al medioambiente y al sector de actividades sociales no económicas.

Este artículo presenta el concepto de economía circular, que emerge de la problemática de la generación de residuos de los procesos productivos en el contexto del sistema productivo localizado (Sial). Se intenta cambiar el enfoque de los problemas de desechos y emisiones, que son una fuente del capital antropogénico. El costo de todas las formas de eliminación segura de desechos y reciclaje, que no tienen en cuenta la posibilidad de su reutilización o inclusión segura en los ciclos naturales de la materia, se traslada al medioambiente natural o la sociedad.

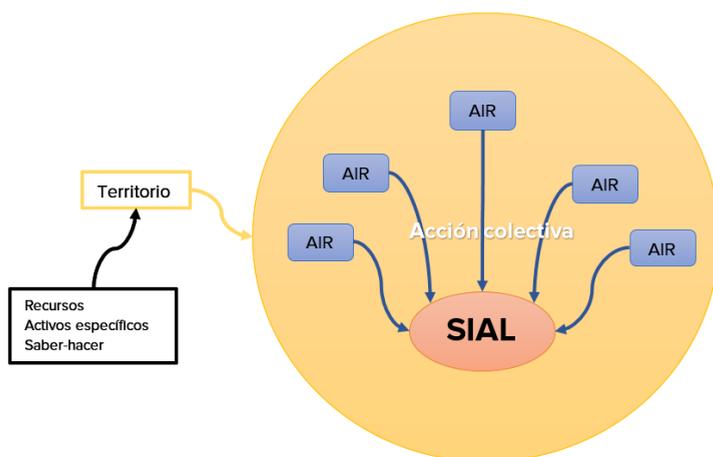
Para el caso de las aglomeraciones productivas como el Sial, en el cual solo se aprovechan los recursos, se transforman y finalmente se desechan, lo que se busca es cambiar esta forma de producir. Con base en los objetivos de la economía circular, los cuales pretenden dar un cambio de paradigma en esta forma de producción, se pretende que los residuos generados de manera colectiva puedan ser tratados y reincorporados como un tipo de capital secundario. Por consiguiente, el objetivo de este capítulo es teorizar una propuesta (función de producción) del modelo teórico Sial en la perspectiva de economía circular que contribuya con su desarrollo conceptual. Para ello se propone un cambio en la función de producción tradicional, que en el tema económico convencional ignora estos recursos como valiosos y continua con los modelos lineales de gestión.

Desarrollo

Sistema agroalimentario localizado

El concepto de sistema agroalimentario localizado (Sial) se desarrolló a partir de una tendencia económica que estudia la concentración de empresas relacionadas con un territorio específico, las cuales son denominadas agroindustrias rurales (Air). Estas tienen activos comunes específicos, tales como saber-hacer, instituciones y formas de coordinación que les permiten generar externalidades positivas y disfrutar de una mejor posición en el mercado (Muchnik, 2006). Específicamente, el Sial está compuesto por pequeñas empresas articuladas en torno a unidades de procesamiento (industrias agrícolas) como se observa en la figura 1. El sistema puede incluir una o más cadenas productivas o productos, y vincular espacios urbanos y rurales (Boucher, 2001).

Figura 1. Conformación del Sial



Fuent

Desde el punto de vista económico, el principal valor de Sial radica en la integración entre el territorio y la cadena productiva, pues cubre todos los aspectos de la economía industrial y la geografía económica. La economía industrial hace referencia a aquellas actividades que combinan diferentes factores de producción (instalaciones, suministros, trabajo, conocimiento) para producir bienes materiales destinados al mercado (Brown y Domínguez, 2012); mientras que la geografía económica se ocupa de estudiar los diferentes tipos de actividades económicas que emprenden los hombres y la relación que dichas actividades mantienen con la explotación de los recursos naturales. Es decir, las relaciones que establece con la distribución espacial de los recursos, la producción y el consumo, tanto de los bienes como de los servicios (López *et al.*, 2014).

De acuerdo con Boucher y Reyes (2013), el Sial se define como un sistema constituido por organizaciones de producción y de servicio, asociadas mediante sus características y su funcionamiento, a un territorio específico y, articulado hacia atrás y hacia adelante. La vinculación hacia atrás (sector agrícola), implica una relación con el terruño, los recursos naturales y sus vínculos. Por otra parte, la vinculación hacia adelante (con los consumidores) abarca desde el proceso productivo hasta la posventa, en donde justamente se basan en las relaciones específicas de los consumidores con los productos (Boucher y Requier-Desjardins, 2002; Boucher *et al.*, 2004).

El Sial atraviesa una dinámica productiva en distintos momentos basados en procesos, en donde se detecta la concentración de producción de algún bien y esta puede ser reconocida regional y nacionalmente, además se conjugan en torno a la producción y procesamiento vinculados con el medio natural y con el saber-hacer en distintos niveles de producción. En esta primera condición, el uso y producción de recursos se hace de forma individual, por cada actor de la cadena productiva. Posteriormente, se identifican las acciones colectivas existentes entre ellos. Estas acciones colectivas pueden ser de manera estructural, a través de la formación de asociaciones, o de manera funcional, mediante la generación de una marca colectiva (Boucher y Riveros, 2000).

Sin embargo, estos Sial siguen una línea productiva en la que utilizan recursos, los transforman en productos finales de consumo y, finalmente, son desechados una vez terminado su periodo de vida o de utilidad. Por esto se considera que siguen una dinámica productiva tradicional, es decir, de una economía lineal.

Esta economía lineal indica que el proceso productivo consiste en la transformación de factores productivos en bienes o servicios, en donde los factores productivos utilizados en un periodo de tiempo determinan los volúmenes de producción. Entonces los volúmenes de producción están en función de los factores productivos que idealmente coinciden con la función de producción, pero que pueden quedar por debajo de ella debido a que rara vez el proceso productivo va a alcanzar su máximo teórico (habrá algunos factores que presenten problemas: averías, ausencias o bajas de operarios, entre otros) (Rodríguez *et al.*, 2002). Entonces, esta economía lineal derivada del proceso de transformación y de consumo genera desechos.

Dadas las condiciones de los factores productivos disponibles, solamente se puede obtener una determinada cantidad de bienes. La relación entre la cantidad de insumo requerido y la cantidad de producto que se puede obtener recibe el nombre de función de producción (Samuelson y Nordhaus, 2017).

La función de producción tradicional se expresa mediante la ecuación 1.

$$Q = F(T, L, K) \quad (1)$$

Donde Q es la cantidad de producto obtenido, T representa el factor tierra, L el factor trabajo, K los bienes de capital (maquinaria, equipo, infraestructura productiva, herramientas, etc.). Sin embargo, para el caso particular del Sial, al tener características y elementos que lo diferencian de otros referentes teóricos de aglomeraciones productivas, estas variables iniciales (tierra, trabajo y capital) deben de adaptarse para incorporar esos elementos particulares a la función de producción propia para el Sial.

Estas características van encaminadas a crear economías de proximidades que se forman debido a la cercanía de unidades productivas, lo cual produce una acción colectiva (SA) con base en la organización y el capital social, en donde se crea la coordinación de actores mediante el reconocimiento de beneficios y responsabilidades, y finalmente el saber-hacer basado en el conocimiento tradicional o ancestral (AK), que hace referencia al conjunto de conocimientos, valores, actitudes y prácticas que comparte una comunidad en un ámbito geográfico determinado (Rosales *et al.*, 2021). Estas variables se integran a la función de producción base (ecuación 2)

$$Q_{sial} = F(T, L, K, SA, AK) \quad (2)$$

Donde:

Q_{sial} = Cantidad producida en un Sial

T = tierra

L = trabajo

AK = conocimiento ancestral/tradicional

SA = acción social

Estas características se integran a la función de producción en donde se toman las variables base (T, L, K), sin embargo, para el caso de factor capital (K) se divide en capital natural (Kn) y capital físico (Kf), las cuales se adaptan a las características y la dinámica del Sial (Rosales *at al*, 2021) (Ecuación 3).

$$Q_{sial} = f(T, L, Kf, Kn, AK, SA) \quad (3)$$

Donde:

Q_{sial} = Cantidad producida en un Sial

T = tierra

L = trabajo

Kf = capital físico

Kn = capital natural

AK = conocimiento ancestral/tradicional

SA = acción social

Ahora bien, al tener como base la fórmula de producción para el Sial (véase ecuación 3), esta se tiene que ajustar a las características y objetivos de la economía circular con la finalidad de crear un Sial circular. La finalidad consiste en optimizar los recursos territoriales disponibles, sin que los bienes elaborados pierdan las características provenientes del saber-hacer y se genere una dinámica productiva diferente a la actual, que disminuya la generación de externalidades ambientales producidas del proceso productivo.

Para poder lograr este Sial circular, se debe conocer cómo es que este enfoque (economía circular) ha surgido y cuál es su finalidad.

Economía circular

En las últimas décadas se ha hablado de un modelo económico circular que puede reemplazar a la economía lineal actual y el cual se ha promovido cada vez más en diversos ámbitos, ya que aborda los problemas de degradación ambiental, la equidad social y el crecimiento económico a largo plazo. Este nuevo modelo económico es propuesto como herramienta para el desarrollo sostenible (Millar *et al.*, 2019). Es bien sabido que una economía lineal extrae recursos naturales, agrega valor al convertirlos en bienes (productos), los distribuye y luego los desecha como desperdicio al final de su vida útil (Ashby, 2016), por lo que la dinámica de este modelo no permite lograr el desarrollo sostenible en donde el crecimiento económico se logra a costa de la degradación ambiental (Andersen, 2007).

Economistas como Boulding (1996) enfatizaron la importancia de establecer una relación coherente entre el medioambiente y el sistema económico. Boulding propuso que la tierra puede operar como un sistema cerrado, ecológico y periódico, que permite el reciclado de recursos limitados, lo cual lo convierte en un recurso infinito.

En este escenario, el paradigma de economía circular (EC) se presenta como una alternativa al modelo lineal, el cual permite responder a los desafíos del crecimiento económico y productivo actual, ya que promueve el flujo cíclico para la extracción, transformación, distribución, uso y recuperación de los materiales y la energía de productos y servicios disponibles en el mercado (Stahel, 2016).

La economía circular está fundamentada en siete pilares y tres principios. Por un lado, los pilares hacen referencia al ecodiseño, la economía de la funcionalidad, la reutilización, la reparación, la refabricación, el reciclado y la valoración (Guerrero *et al.*, 2014). Mientras que los principios se basan en la disminución de residuos, la durabilidad de los productos y en la máxima valoración de todas las materias, con lo cual se busca la eliminación de residuos mediante un diseño optimizado de materiales, productos y sistemas (Ellen McArthur Foundation, 2015).

En la economía circular se considera el flujo cíclico, que implica extraer, transformar, distribuir, usar y recuperar los materiales y la energía de productos y servicios como campos de acción (Stahel, 2016). Por otra parte, el desempeño de la EC en el mercado se puede ver a través de una perspectiva de tres niveles de acuerdo con el nivel y el alcance de la influencia de los grupos de interés y su nivel de integración: micro, meso y macro (Yuan *et al.*, 2008).

En el nivel micro o individual, las empresas se centran en la mejora de sus propios procesos y prácticas, el uso de energía limpia, un consumo eficaz de las materias primas, el ecodiseño de sus productos, la implementación de ecoetiquetas, la trazabilidad para disminuir su huella ambiental, entre otras iniciativas (Park *et al.*, 2010). Por otra parte, el nivel meso, donde las organizaciones empiezan a interactuar en red para compartir recursos y revalorizar o reutilizar residuos, como en los ecoparques industriales ecológicos (simbiosis industrial) (Geng *et al.*, 2012). En este nivel también se destaca la acción colectiva de asociaciones empresariales cuyas características comunes les permiten generar simbiosis interorganizacionales que benefician a todos los miembros (Ruggieri *et al.*, 2016). A nivel macro, pueden darse iniciativas desarrolladas en ámbitos regionales o nacionales como son las ecociudades, los ecomunicipios o las provincias ecológicas (Prieto-Sandoval *et al.*, 2016).

La economía circular pretende preservar y mejorar el capital natural, optimizando recursos en una eficiencia sistémica y evitando la generación de externalidades negativas (Ellen Macarthur Foundation, 2017). En este sentido, se supone que en el proceso económico todos los ciclos de la materia deben cerrarse de acuerdo con los principios generalmente aceptados de la economía de cero residuos.

Por lo tanto, los residuos como subproductos pueden reciclarse o tratarse para ser reincorporados a nuevos procesos productivos, los cuales podrían ser considerados como un tipo de capital secundario. De igual manera, la materia y la energía en un sentido amplio, generadas durante las actividades económicas, deben incluirse en el ciclo, para tratar de evitar emisiones en la perspectiva del cambio climático y la gestión de la energía.

En vista de la clasificación y los postulados presentados por los economistas ecologistas, Pieńkowski (2002) propuso una definición de la función de producción, en la cual el objetivo de cada proceso económico es también mejorar la calidad del capital natural fundamental (\dot{S}), como el aire, el agua o el paisaje, que son elementos del entorno natural necesarios para la vida). Dicho capital natural se requiere para que la mejora del medioambiente se tenga en cuenta cuando las actividades económicas se diseñen y realicen de acuerdo con su cuidado, a fin de traer beneficios, tanto para el medioambiente como para la economía. Sin embargo, este tipo de capital es difícil de evaluar

en términos económicos, debido a su importante papel en el funcionamiento de todos los organismos vivos.

Cabe mencionar que en los objetivos de la economía circular no existe una referencia directa del término capital secundario, el cual es un elemento clave para cambiar el enfoque del proceso de producción, en donde todos los elementos se convierten en variables que permiten generar de una manera más puntual, a la economía circular.

Asimismo, se deben considerar los diferentes factores que intervienen en el proceso productivo, como lo es el uso de insumos vírgenes, los cuales son considerados como capital primario (K). Además, con el objetivo de la economía circular, en donde ciertos residuos se pueden tratar y reincorporar a nuevos procesos productivos, estos pueden funcionar como un capital secundario (k_w), el cual permite utilizar una menor cantidad de material virgen y, al mismo tiempo, disminuir los desechos hacia el medioambiente.

$$f(K, K_w, P, L) = Q_w + \acute{S} \quad (4)$$

Donde:

K = capital primario hecho por el hombre

K_w = capital secundario hecho por el hombre derivado de residuos

P = capital natural

L = mano de obra

Q_w = volumen de producción elaborado con capital creado por el hombre derivado de residuo

\acute{S} = capital natural fundamental

Metodología

Para esta investigación se realizó una revisión de contenido en fuentes secundarias (literatura, bases de datos de diversas instituciones). Las labores en esto se encaminaron a la elaboración del sustento teórico dentro del cual se obtuvieron diferentes concepciones que han surgido a lo largo del tiempo referentes al Sial y a la economía circular. Además, se realizó un análisis de contenido, que permitió la identificación de elementos de estos referentes. Lo anterior posibilitó una ecuación de producción en la que se combinan ambos referentes para poder proponer una función de producción que deriva en un Sial circular.

Para esta investigación se realizó una revisión sistemática de literatura y se llevaron a cabo los siguientes pasos, de acuerdo con Higgins y Green. Lo primero fue definir los términos de búsqueda, identificar las bases de datos y motores de búsqueda, así como las revistas a las que se puede acceder y consultar con los términos de búsqueda seleccionados. Posteriormente, se decidieron y aplicaron filtros para la inclusión y la exclusión, con lo cual se aseguró que los artículos resultantes fueran representativos; luego se repitió

el proceso de filtrado. Finalmente, se obtuvo la información adecuada para el aporte de la investigación.

En cuanto al análisis crítico, el propósito de este fue extraer, analizar e interpretar el contenido, lo que permitió estudiar y examinar sus elementos, así como identificar y discutir sus propiedades, y expresar juicios y opiniones sobre la temática abordada.

Tanto la revisión sistémica como el análisis crítico proporcionaron los elementos necesarios para la convergencia de las temáticas entre las funciones productivas de los Sial y la economía circular. De esta forma se logró ajustar la función de producción tradicional de los Sial a una dinámica de economía circular.

Resultados

Configuración de un Sial circular

Con base en la función de producción para el sistema agroalimentario localizado (véase ecuación 3), las variables tierra (T), trabajo (L), capital físico (Kf), capital natural (Kn), conocimiento ancestral/tradicional (AK) y la acción social (SA) permiten obtener un volumen de producción para este conjunto de unidades productivas que integran al sistema.

Sin embargo, esta forma de producción sigue un modelo basado en el uso intensivo de recursos finitos. El proceso ha sido sencillo: extracción de materiales, transformación, venta, uso y desecho. A pesar de sus grandes contribuciones en el crecimiento de la economía, hoy es evidente que este viejo modelo y sus externalidades negativas no podrán soportar los retos que enfrenta la sociedad o el mundo de cara al futuro como: el cambio climático, el deterioro de los ecosistemas, la escasez de recursos, la urbanización y el crecimiento de la población mundial.

La problemática acerca de cómo se están sobrepasando los límites de los sistemas naturales para recuperarse ha contribuido al entendimiento de la relación entre los ecosistemas, los servicios que prestan y el desarrollo económico a partir de los sistemas de producción. A partir de ello, lo que se busca es que los procesos productivos sean más cuidadosos con el medioambiente, en donde se permita continuar con las actividades económicas, pero al mismo tiempo se tenga de aquel.

La finalidad de cambiar la forma de producción del Sial y llevarla hacia círculos más virtuosos permite generar cambios en la dinámica productiva y con ello lograr una circularidad de los materiales y residuos que se derivan.

La economía circular recoge los conceptos anteriormente mencionados y los une en un modelo de desarrollo local como lo es el Sial, que enfatiza el uso

eficiente de recursos de los sistemas de producción, tanto de las cadenas de valor como de las conexiones en sistemas geográficas. Además, la economía circular pone en marcha el crecimiento verde y propone líneas de acción y modelos concretos para la transformación de sistemas de producción en tanto motores del desarrollo.

Para las unidades productivas (empresas), la economía circular supone un giro a sus actividades, desde los volúmenes de producción y reducción de costos basados en la mejora de la eficiencia de sus fábricas, operaciones y cadenas de suministros; hasta la reformulación de sus productos y servicios, el ecodiseño y la propuesta de valor para el consumidor. Esto se traduce en una mayor reducción de residuos y mejora de la competitividad en el mercado, por la bajada de precios, aumento de la calidad y disponibilidad del producto (Lobato, 2017).

La circularidad para las empresas va más allá de la producción y venta, pues les exige una mayor implicación en el uso y eliminación de materia prima, de manera que no sólo generen ingresos con la venta directa, sino también utilicen materiales reciclados que mejoren la accesibilidad a las materias y optimicen su rendimiento en toda la cadena de valor.

Las empresas que aplican los principios de la circularidad son impulsadas desde el ámbito de la eficiencia energética y la gestión de residuos. Es decir, innovan para hacer un uso más eficiente de los recursos materiales y energéticos, y aportan valor a los clientes, lo que repercute en su estrategia, su tecnología y sus operaciones de la empresa.

Para ello, resulta esencial la aparición de nuevos modelos de negocio, la aplicación de las nuevas tecnologías y la capacitación del personal encargado de la toma de decisiones, pues sólo así se conseguirá traducir la EC en nuevas cadenas de valor, caracterizadas por una menor exposición a riesgos en el suministro de materias primas, una mayor capacidad de generar valor para el consumidor y estructuras de costes más atractivas.

Por tal motivo se aborda la economía circular desde el ámbito del sistema agroalimentario localizado, con lo cual se logra una propuesta de una función de producción circular para este referente teórico.

Se toma como base la ecuación 4, que define las variables que permiten la circularidad. Esta integra variables como el capital primario hecho por el hombre (K), el capital secundario hecho por el hombre derivado de residuos (k_w), el capital natural (P) y la mano de obra (L), lo cual permite la obtención de un volumen de producción (Q_w) en donde se hace uso de los residuos una vez que estos fueron tratados. Además, con esto se ve reflejada la disminución de residuos del ambiente y de manera adicional se busca que el capital natural fundamental (S) tenga mejoras derivado de la optimización de los recursos.

Para empezar a definir la ecuación para un Sial circular (de aquí en adelante S-C), se toman como base los factores tierra, trabajo y capital. Si bien en las dos fórmulas derivadas de la fórmula base (ecuación 1) para ambos enfoques se puede observar que tienen similitudes, como lo son el factor trabajo y capital, en tanto primeros factores incorporados a la función del S-C, se deben unificar las variables, para lo cual denotamos al factor trabajo con la letra L para la nueva ecuación.

Para el caso del capital este por su característica se ha subdividido en diferentes tipos de capital, para el caso del Sial se subdividió en capital natural (Kn) y capital físico (Kf) y para la economía circular se subdividido en capital natural (P) y capital natural fundamental (Ś), por lo que en ambos casos el capital natural también es una variable en común. Para el caso de la nueva ecuación, esta será representada por y se agregan las demás variables. Dicha función de producción se expresa mediante la ecuación:

$$Q_{S-C} = f(T, L, Kn, Kf, Ś) \quad (5)$$

Donde:

Q_{S-C} = cantidad producida en un Sial circular

T = tierra

L = trabajo

Kn = capital natural

Kf = capital físico

K_w = capital natural fundamental

A la ecuación 5 se le adicionan variables importantes que caracterizan al Sial, las cuales son el conocimiento ancestral o tradicional (AK) que hace referencia al saber-hacer y a la transmisión de conocimiento generacional del territorio, así como la acción colectiva (SA) que permite un conjunto de actividades que concurren en la formación y distribución de productos agroalimentarios y, en consecuencia, en el cumplimiento de la función de alimentación humana en una sociedad determinada.

$$Q_{S-C} = f(T, L, Kn, Kf, Ś, SA, AK) \quad (6)$$

Donde:

Q_{S-C} = cantidad producida en un Sial circular

T = tierra

L = trabajo

Kn = capital natural

Kf = capital físico

AK = conocimiento ancestral/tradicional

SA = acción social

Cada unidad productiva que se encuentra dentro del Sial tiene su propia función de producción $Q = f(L, K, T)$, para producir n cantidad de bienes o servicios, además genera n cantidad de residuos (p) y desechos (m). Por lo que, al agregar el enfoque de economía circular, estos residuos que generan las unidades productivas en estos sistemas productivos se pueden reciclar, reparar, reusar y reincorporar a nuevos procesos productivos dentro o fuera de donde fueron generados, siempre y cuando su inclusión dentro del sistema no cree un riesgo para el equilibrio de ecosistemas naturales.

Estos residuos y desechos deben ser tratados y reincorporados a nuevos procesos productivos, por lo que si se parte de la función de producción del Sial circular y se anexa la variable capital secundario hecho por el hombre derivado de residuos (K_w), esta función de producción se expresa mediante la ecuación 7.

$$Q_{S-c} = f(T, L, Kn, Kf, \dot{S}, SA, AK, k_w) \quad (7)$$

Donde:

Q_{SIAL} = cantidad producida en un Sial

T = tierra

L = trabajo

Kf = capital físico

Kn = capital natural

AK = conocimiento ancestral/tradicional

SA = acción social

K_w = capital secundario hecho por el hombre derivado de residuos

Donde el volumen producido depende de los factores productivos colectivos de las empresas integrantes del Sial. En este sentido, cualquier residuo generado como subproducto puede reciclarse o tratarse para reincorporarse a nuevos procesos productivos, los cuales pasan a formar parte del capital secundario hecho por el hombre (K_w) y deben mantenerse en circulación siempre y cuando no afecte al ambiente.

Si bien la incorporación del capital secundario hecho por el hombre destaca porque puede formar parte del capital natural fundamental (\dot{S}), también es necesario incorporarlo como factor de producción. Esta función de producción se expresa mediante la ecuación 8.

$$Q_{S-c} = f(T, L, Kn, Kf, \dot{S}, SA, AK, K_w) \quad (8)$$

Derivado de esto, además de obtener un volumen productivo para el sistema, lo que se busca es que con la incorporación del capital secundario hecho por el hombre, este pueda asumirse como un elemento de la bioeconomía, la cual se basa en el consumo y la producción de bienes y servicios derivados del uso directo y la transformación sostenibles de recursos biológicos y de los desechos que se generan en los procesos

de transformación, producción y consumo. La mencionada bioeconomía permite que exista una mejora el capital natural fundamental (\dot{S}).

$$f(T, L, K_f, K_n, AK, SA, K_w) = Q_w + \dot{S} \quad (9)$$

Donde:

T = tierra

L = trabajo

K_f = capital físico

K_n = capital natural

AK = conocimiento ancestral/tradicional

SA = acción social

K_w = capital secundario hecho por el hombre derivado de residuos

Q_w = volumen de producción elaborado con capital creado por el hombre derivado de residuo

\dot{S} = capital natural fundamental

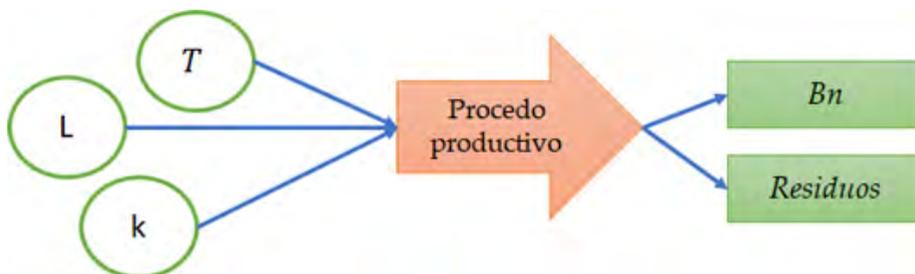
La ecuación 9 muestra cómo se obtiene el volumen de producción para el Sial, en donde se representa en esta nueva ecuación como la cantidad producida o elaborada por el hombre derivado de residuo.

Representación gráfica de resultados

Una vez construidas las ecuaciones se realizaron las representaciones esquemáticas de las ecuaciones más importantes que muestran la incorporación de la economía circular en los Sial.

La ecuación 1 representa la función de producción tradicional en donde intervienen los factores productivos tierra (T), trabajo (L) y capital (K). Para lograr la obtención de una cantidad de productos finales, adicionalmente se generan subproductos de manera no planeada (residuos). Si se analiza esta forma de producción del Sial, este pertenece a una dinámica del modelo de economía lineal, en donde no se consideran estos residuos generados. Su representación gráfica se muestra en la figura 2.

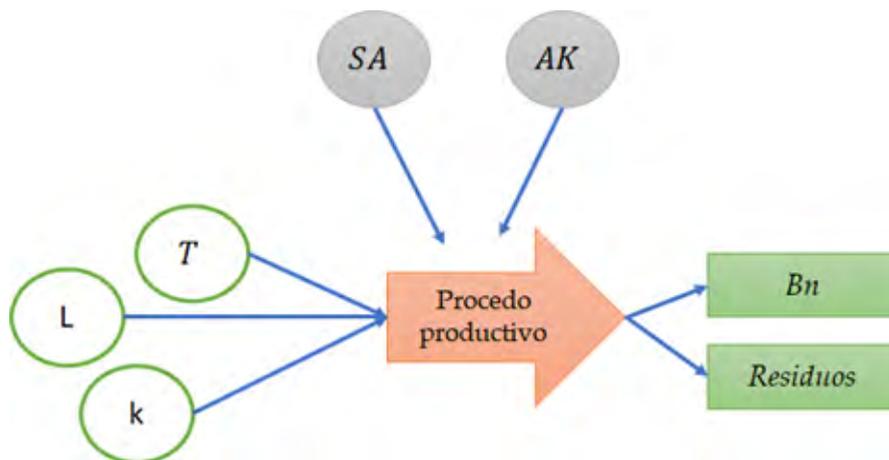
Figura 2. Representación de la función de producción tradicional



Fuente: Elaboración propia.

Si bien una de las características del Sial va encaminada a crear economías de proximidades, debido a la cercanía de unidades productivas, esto permite generar acción colectiva (SA) que finalmente se incorpora el saber-hacer basado en el conocimiento tradicional o ancestral (AK). Lo anterior se muestra en la figura 3, cuya base es la ecuación 2.

Figura 3. Incorporación de la acción social y el saber-hacer a la función productiva tradicional



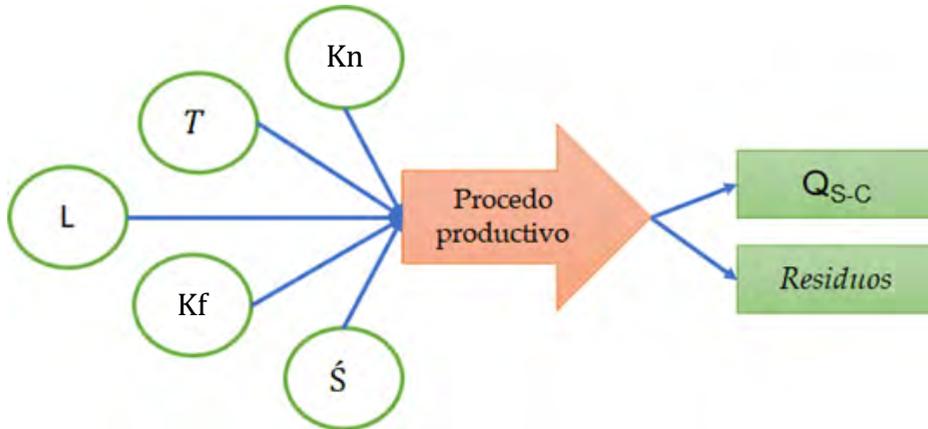
Fuente: Elaboración propia.

Sin embargo, a pesar de la incorporación del saber tradicional y la acción colectiva dentro de la integración de un Sial, se sigue con la misma dinámica lineal productiva: tomar, transformar, utilizar y desechar. Esta dinámica es insostenible a largo plazo, por lo que se debe cambiar la forma de producción incorporando nuevos modelos, como lo es la economía circular.

Al incorporar la economía circular en el Sial se forma también una nueva forma de analizarlo. Ahora se habla de un Sial circular (S-C), que toma como base los factores tierra, trabajo y capital. Para el caso del capital y derivado de sus características, se dividió en diferentes tipos de capital de acuerdo con el Sial y con la economía circular (véase ecuación 5).

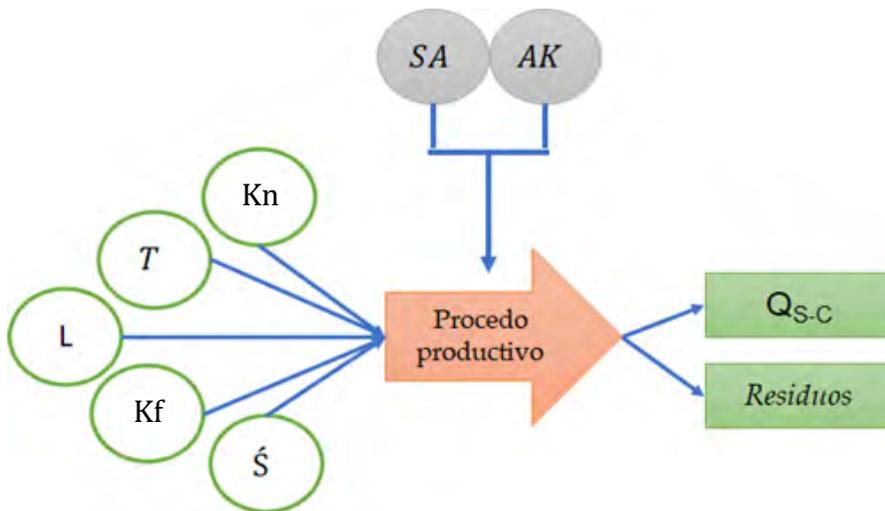
A la ecuación 5, se le agregan variables importantes que caracterizan al Sial, de las cuales el saber-hacer (AK) y la acción colectiva (SA) permiten un conjunto de actividades que concurren en la formación y distribución de productos agroalimentarios y, en consecuencia, al cumplimiento de la función de alimentación humana en una sociedad determinada.

Figura 4. Primera fase la construcción del Sial circular



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5. Incorporación del saber-hacer y la acción colectiva en el Sial



Fuente: Elaboración propia.

Cada unidad productiva (como se muestra en las figuras anteriores) que se encuentra dentro del Sial tiene su propia función de producción $Q = F(L, K, T)$, para producir n cantidad de bienes o servicios, además genera n cantidad de residuos (p) y desechos (m). Estos residuos deben ser tratados y reincorporados a nuevos procesos productivos, por lo que se parte de la función de producción del Sial circular y se anexa la variable capital secundario hecho por el hombre, derivado de residuos (K_w), como se muestra en la ecuación 7.

Figura 6. Proceso de tratamiento / reciclado de residuos para generar nuevo capital secundario

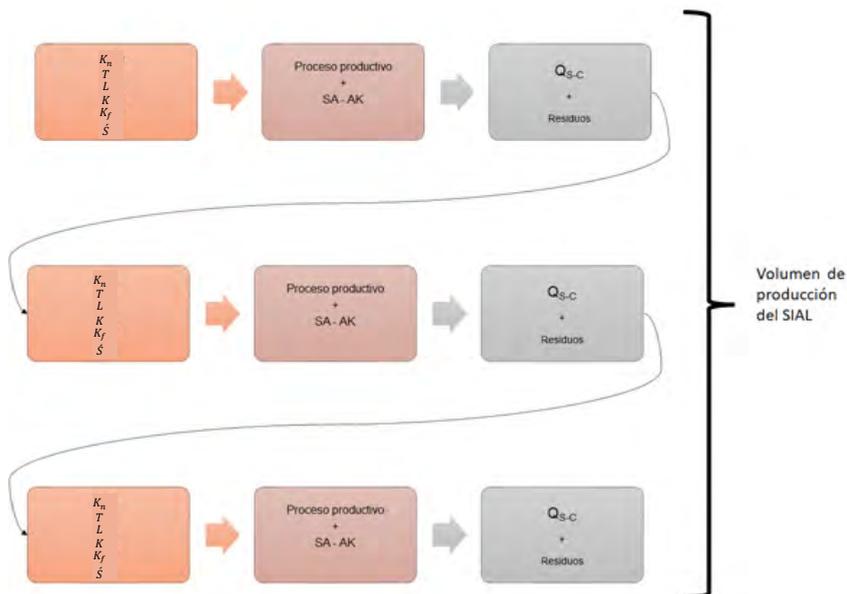


Fuente: Elaboración propia.

Este nuevo capital secundario hecho por el hombre derivado de residuos se puede utilizar como materia prima en los procesos productivos, ya sea dentro o fuera del sistema productivo del Sial. Lo que se busca es que el capital natural fundamental (\dot{S}) sea salvaguardado, ya que, si este llegase a agotarse, no se podría continuar con la interacción producción-consumo.

A continuación se muestra cómo al incorporar al capital secundario derivado de residuos, se puede seguir con la dinámica productiva, pero al mismo tiempo salvaguardando el capital natural fundamental.

Figura 7. Dinámica productiva del Sial



Fuente: Elaboración propia.

La figura 7 muestra cómo cada unidad productiva se interrelaciona con otra, con la finalidad de generar un bien en específico. Sin embargo, cada una genera sus propios residuos, por lo que se debe realizar un tratamiento que permita una maximización de los recursos utilizados en el sistema productivo. Al darles un tratamiento, los residuos pueden ser reincorporados a nuevos procesos como capital secundario, tal como se muestra en la figura 8.

Figura 8. Incorporación de capital secundario al sistema productivo SIAL



Fuente: Elaboración propia.

La incorporación de capital secundario al sistema de producción permite que se utilice una menor cantidad de recursos vírgenes, logrando una mayor sostenibilidad de los recursos del capital natural fundamental, como se muestra en la ecuación 9 ($f(T, L, K_f, K_n, AK, SA, k_w) = Q_w + \$$).

Conclusiones

El objetivo de los sistemas agroalimentarios localizados es generar una dinámica productiva integrada por otras unidades productivas, con la finalidad de maximizar el uso de factores productivos, los cuales siguen una dinámica productiva tradicional y toman como base la economía lineal y sus principios de tomar, hacer, desechar, pero no toman en cuenta las externalidades que causa.

Si bien dentro del Sial cada unidad productiva podría pensar que la utilización de recursos y la contaminación que emite es mínima y no genera daños, si se analiza el efecto de manera acumulada de la utilización de recursos de estas unidades podría conducir al agotamiento de los recursos, al punto de que nadie se beneficie y acabe por ocurrir una tragedia, además de la carga de residuos que generan.

Aunque dentro de la economía se ha intentado internalizar los costos externos derivados de las actividades contaminantes (residuos y desechos), esto no ha sido suficiente, por lo que se deben incorporar otras perspectivas como lo es el concepto de la economía circular, el cual pretende conducir a un cambio en el enfoque de producción donde los residuos puedan convertirse en un capital secundario y puedan ser incorporados a nuevos procesos productivos, lo cual evita el uso excesivo de recursos naturales.

La economía circular surge de la necesidad actual de cambiar un modelo económico lineal que ha seguido la sociedad y que ha agotado los recursos necesarios para satisfacer las necesidades, tanto presentes como futuras.

Para resolver el problema de la disminución de los recursos económicos y la generación de una mayor carga planetaria, es necesario desarrollar una perspectiva integrada de la economía. En este sentido, se sugiere una nueva perspectiva para lograr un crecimiento sostenible y tratar los desechos generados en los procesos productivos como un recurso económico útil. En esta investigación se presenta una propuesta en donde se incorpora la función de economía circular a la función de producción de los sistemas agroalimentarios localizados. Esto permite que los residuos puedan ser tratados y reincorporados como insumos a partir de su reciclaje de estos. La reincorporación de estos insumos permite un mejor uso de los factores productivos dentro del sistema, además de la disminución de los impactos ambientales.

Si bien este es un primer acercamiento en cuanto a su abordaje, es necesario continuar con la aplicabilidad de la función matemática propuesta en algún Sial, con la finalidad de probar si las variables se adecuan y se genera el objetivo que es el cuidado y permanencia del capital natural fundamental derivado de la utilización de los residuos como materia prima. Además, la propuesta está formulada para que pueda replicarse en cualquier Sial, lo cual busca cambiar la forma tradicional (lineal) de producción.

Referencias bibliográficas

Andersen M., S. (2007). An introductory note on the environmental economics of the circular economy. *Sustainability Science*, 2(1), 133-140. doi: 10.1007/s11625-006-0013-6.

Ashby M., F. (2016). *Materials and sustainable development*. Butterworth-Heinemann. doi: 10.1016/C2014-0-01670-X.

Boucher, F. (2001). La Agroindustria Rural, su papel y sus perspectivas en las economías campesinas. CELATER. Cuadernos de Agroindustria Rural.

Boucher F., Requier-Desjardins, D. y Correa C., A. (1-4 de diciembre de 2004). *Construcción de una tipología de la activación de las concentraciones de agroindustrias rurales con el enfoque de sistemas agroalimentario localizado a partir de nueve casos de América Latina*. Congreso internacional agroindustria rural y territorio (ARTE). Toluca, Estado de México, México.

Boucher F., y Requier-Desjardins, D. (16-18 de octubre de 2002). *La concentración de las queserías rurales de Cajamarca: retos y dificultades de una estrategia colectiva de activación vinculada con la calidad*. Coloquio Sial. Montpellier, Francia.

Boucher, F., y Reyes J. A. (2013). *Guía metodológica para la activación territorial con enfoque de sistemas agroalimentarios localizados (AT-Sial)*. IICA.

Boucher, F., y Riveros, H. (2000). *Agroindustria y agroindustria rural. Elementos conceptuales y de reflexión*. IICA/PRODAR.

Boulding K. (1966). The economics of the coming spaceship earth en H. Jerrett (ed.), *Environmental Quality in a Growing Economy*, Johns Hopkins University Press, Baltimore.

Brown, G. F. y Domínguez, V. L. (2004). Evolución de la productividad en la industria mexicana: una aplicación con el método de Malmquist. *Investigación económica*, 63(249), 75-100.

Díaz, M. (2004). *Desarrollo Sustentable: pasado, presente y futuro*. *Ingenierías*, 7(25), 17-23.

Ellen MacArthur Foundation (2013). *Towards a circular economy: business rationale for an accelerated transition*. Ellen MacArthur Foundation, Cowes.

Ellen MacArthur Foundation (2015). *Growth within: A circular economy vision for a competitive Europe*. Ellen MacArthur Foundation.

Ellen MacArthur Foundation (2017). A new textiles economy: Redesigning fashion's future. <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/publications/a-new-textiles-economy-redesigning-fashions-future>.

- Geng, Y.; Jia Fu, J. S.; Bing, X. (2012). Towards a national circular economy indicator system in China: an evaluation and critical analysis, *Journal of Cleaner Production*.
- Higgins, J. P., y Green, M. (2014). Living systematic reviews: an emerging opportunity to narrow the evidence-practice gap. *PLoS Med* 2014;11(2).
- Lobato, R., (2017). Espacio, un concepto clave de la geografía. En Graciela Uribe, *Cómo pensar la geografía, cuaderno de geografía brasileña* (pp. 20-39). Centro de Investigación científica “Ing. Jorge L. Tamayo” A. C. México.
- López-Santiago, C., A., Oteros-Rozas, E., López B., M., Plieninger, T., y Martín, E.G. (2014). Using visual stimuli to explore the social perceptions of ecosystem services in cultural landscapes: the case of transhumance in Mediterranean Spain. *Ecology and Society* 19 (2).
- Meredith, J. (1993). Theory Building through Conceptual Methods. *International Journal Operations & Production Management*, 13(5), pp. 3-11.
- Millar N., McLaughlin E., y Börger, T. (2019). The circular economy: Swings and roundabouts? *Ecological Economics*, 158, 11-19. doi: 10.1016/j.ecolecon.2018.12.012.
- Muchnik, J. (2006). Dinámicas culturales/dinámicas territoriales: los Sial en movimiento. En G. Torres Salcido (Coord.), *Territorios en movimiento. Sistemas agroalimentarios localizados, innovación y gobernanza*. Bonilla Artigas Editores, UNAM, Centro de Investigaciones sobre América Latina y el Caribe (CIALC).
- Muchnik, J. (2016). El enfoque “Sial” (Sistemas Agroalimentarios Localizados) y la activación de recursos territoriales. *Agroalimentaria*, 18(34), 133-144.
- Park, J. (2010). Creating integrated business and environmental value within the con-text of China’s circular economy and ecological modernization. *Journal of Cleaner Production*, 18(15), 1492-1499. <https://doi.org/10.1016/j.clepro.2010.06.001>
- Pieńkowski D., (2002). Kapitał naturalny w teoretycznych analizach czynników produkcji. *Ekonomia i Środowisko*. 1(21), 7-8.
- Rodríguez, G., Balestrini, S., Meleán, R., y Rodríguez, B. (2002). Análisis estratégico del proceso productivo en el sector industrial. *Revista de Ciencias Sociales (Ve)*, VIII(1),135-156. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=28080109>.

Rosales, I., Avitia, J., y Ramirez, J. (2021). Los sistemas productivos locales dentro de la perspectiva de la economía circular. *Revista Universidad, Ciencia y Tecnología (UCT)*.

Ruggieri, A.; Braccini, A.M.; Poponi, S.; Mosconi, E.M. (2016). A Meta-Model of Inter-Organisational Cooperation for the Transition to a Circular Economy. *Sustainability* 2016, 8, 1153.

Stahel W., R. (2016). Circular Economy, *Nature*, 531:6-9. <https://doi.org/10.1038/531435a>

Swaminathan, J. M. (2017). Impact of take-back regulation on the remanufacturing industry. *Production and Operations Management*, 26(5), 924-944.

Tranfield, D., Denyer, D., y Smart, P. (2003). Towards a methodology for developing evidence-informed management knowledge by means of systematic review. *British Journal Management*, 14(3), 207-222. <https://doi.org/10.1111/1467-8551>

Samuelson, P., y Nordhaus, W. (2017). *Microeconomía*, Mc Graw Hill.

Triunfo, P., Torello, M., Berretta, N., Vicente, L., Della-Mea, U., Bergara, M., Terra, I., Rossi, M., Patrón, R., Tansini, R., Ferre, Z., Fachola, G., y González, M. (2003). *Economía para no economistas*. Departamento de Sociología, Facultad de Ciencias Sociales.

Yuan, Z., Jiang, W., Liu, B., y Bi, J. (2008). Where Will China Go? A Viewpoint Based on an Analysis of the Challenges of Resource Supply and Pollution. *Environment*, 27(4), 503-514. <https://doi.org/10.1002/ep.10300>

La importancia de la economía circular para el crecimiento sostenible. Caso: recicladora del sureste mexicano

Nancy Verónica Sánchez Sulú*

Cecilia Margarita Calvo Contreras**

Alicia Sánchez De La Cruz***

***ORCID:** <https://orcid.org/0000-0003-2149-1374>; **ResearchGate:** <https://www.researchgate.net/profile/Nancy-Sanchez-17>

Doctora en Administración. Profesora de tiempo completo en la Facultad de Ciencias Económicas Administrativas de la Universidad Autónoma del Carmen. México.

****ORCID:** <https://orcid.org/0009-0007-4579-6160>; **ResearchGate:** <https://www.researchgate.net/profile/Cecilia-Calvo-Contreras>

Maestra en Educación con especialidad en Administración de la Educación Superior, por el Instituto de Ciencias y Estudios Superiores de Tamaulipas (ICEST). Universidad Autónoma del Carmen, México

*****ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-7477-3968>; **ResearchGate:** <https://www.researchgate.net/profile/Alicia-Sanchez-De-La-Cruz>

Doctora en Administración. Profesor de tiempo completo en la Facultad de Ciencias Económicas Administrativas de la Universidad Autónoma del Carmen. México.



Resumen

La Agenda 2030 representa una pieza clave para facilitar el desarrollo sostenible a través de acciones que beneficien el progreso de nuestro desarrollo. Sabemos que el modelo adoptado desde hace décadas se basa en la economía lineal (EL), en la cual el producto, al término de su vida, se convierte en residuo, lo que disminuye su valor. Es así que la economía circular (EC) se torna en un modelo adaptable para el crecimiento sostenible en los países de América Latina (AL), dado que la reducción de la utilización de los recursos, eleva su calidad de vida. Aunque la EC es un término nuevo en algunos países, es necesario establecer bases teóricas, así como conocer su uso en las organizaciones para el análisis adecuado de la implementación dentro de ellas. En este trabajo de investigación se propone analizar el modelo de EC enfocado a una empresa recicladora ubicada en el sureste de México, con la finalidad de conocer las acciones que se implementan para el logro de lo establecido en la Agenda 2030. El estudio es de enfoque cualitativo. La metodología utilizada para la recopilación de información es con base en la búsqueda de información en diversas fuentes, principalmente en artículos y bases de datos con referencia a la Agenda 2030, economía circular y sustentabilidad. Las fuentes secundarias son los resultados que derivan de la entrevista aplicada para su análisis y discusión.

Palabras Claves: *agenda 2030, economía circular, sustentabilidad.*

Introducción

La Agenda 2030 representa una pieza clave para facilitar el desarrollo sostenible a través de acciones que beneficien el progreso de nuestro desarrollo. Así lo dan a conocer Sánchez, Cruz y Maldonado (2019):

Abstract

The 2030 Agenda represents a key piece to facilitate sustainable development through actions that benefit the progress of our development. We know that the model that has been adopted for decades is a Linear Economy (LE) in which the product at the end of its life becomes waste, which decreases its value. Thus, the Circular Economy (CE) becomes an adaptable model for sustainable growth in Latin American (LA) countries, considering the reduction of the use of resources, raising their quality of life. Although CE is still a new term in some countries, it is necessary to establish theoretical bases, as well as know its use in organizations for the adequate analysis of the implementation within them. In this research work, it is proposed to analyze the CE model focused on a recycling company located in the southeast of Mexico, with the purpose of knowing the actions that are implemented to achieve what is established in the 2030 Agenda. The study is focused qualitative. The methodology used to collect information is based on the search for information in various sources, mainly in articles and databases with reference to the 2030 Agenda, and Circular Economy and Sustainability. Secondary sources are the results derived from the interview applied for analysis and discussion.

Keywords: *2030 agenda, circular economy, sustainability.*

La preocupación por un mundo posible para las generaciones futuras, y el aporte de cada persona, ciudad, país y región para conseguirlo, se han traducido en acciones y enfoques tendientes al logro de metas comunes en temas como agua, aire o suelo, hoy sintetizados en los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

Aristizábal y Rodríguez (2022, p. 232) refieren que “en el marco global de la Agenda 2030 de los objetivos de desarrollo sostenible, sucesores de los anteriores objetivos de desarrollo del milenio, implica una responsabilidad relacionada con 17 objetivos y 369 metas.” Sabemos que el modelo que se ha adoptado desde hace décadas se basa en la economía lineal (EL), en la cual el producto, al término de su vida, se convierte en residuo, lo que disminuye su valor.

La EC surge como respuesta a la solución del modelo económico actual que consume los recursos de manera excesiva y desecha grandes cantidades de materiales, lo cual vuelve inmanejable la utilización de residuos tanto a nivel industrial como a nivel de los hogares (Amézquita y García, 2023).

La contaminación es un tema de gran interés en todos los ámbitos, sus efectos son visibles en el medioambiente. Por ello es importante la reutilización de los residuos en nuevos productos, en lugar de la creación de nuevos con materiales que no han sido procesados, es decir, aquellos que se conocen como vírgenes.

El manejo inadecuado de materiales tóxicos, los tratamientos no adecuados de las aguas residuales, así como los residuos de grandes fábricas, entre otros, son problemas frecuentes en diferentes países de América Latina y el Caribe (ALC). Aunados a ellos también se encuentra la pobreza extrema y el alto índice de desempleo.

En este trabajo de investigación se propone analizar el modelo de economía circular (EC) enfocado en una empresa recicladora ubicada en el sureste de México, con la finalidad de conocer las acciones que se implementan para el logro de lo establecido en la Agenda 2030. Sobre todo, en una zona petrolera, en la cual los desechos son de gran volumen, la ubicación geográfica de la ciudad compromete más a las empresas que operan en ella a someter sus desechos al ciclo de economía circular y dejarlos en un destino final apropiado, de tal manera que no generen contaminación a la población que habita la Isla del Carmen.

Agenda 2030: economía circular y sustentabilidad

Tal como lo mencionan Aparicio *et al.* (2018) “en la actualidad, la contaminación del medioambiente es un problema grave y difícil de solventar, pese a que la solución parece tan sencilla y está en manos de todos los habitantes del planeta” (p. 3).

Asimismo, es indispensable que se adopte este nuevo modelo de EC como un factor clave para la disminución del impacto ambiental dentro de las organizaciones. Van Hoof *et al.* (2022) opinan que:

La interpretación de la economía circular, a través de los principios o suposiciones, consideran una variedad de jerarquías de gestión de residuos, la perspectiva sistémica de la implementación a diversos niveles (micro, meso, macro), el marco de las R's (reducir, reutilizar, reciclar y recuperar) y las limitaciones de la economía circular a partir de la termodinámica y las dinámicas sociales (p. 14).

Garabiza *et al.* (2021) señalan que:

Como respuesta al modelo de economía lineal tradicionalmente utilizado se presenta el modelo de economía circular, cambiando la línea básica de producción a una circular en la que se reincorporan los residuos al proceso productivo; funcionando bajo un esquema de la menor extracción posible de materias primas vírgenes, la reutilización de residuos, la producción, el consumo y la inserción de residuos. (p. 223)

Varios autores argumentan cosas acerca de la economía circular, las cuales es preciso señalar para su mejor comprensión (véase tabla 1).

Tabla 1

Argumentos	Autor(es)
La economía circular tiene como estrategia dar énfasis a la economía sin desechos, manteniendo los productos y materiales en uso el mayor tiempo posible de tal manera que se sigan regenerando los sistemas naturales sin generar daño ambiental. (p. 34)	Vásquez, 2022.
Mediante la transición a una economía más circular, se propiciará que el valor de los productos, de los materiales y de los recursos se mantenga en la economía durante el mayor tiempo posible, y que la generación de residuos se reduzca al mínimo. (p. 24)	Marcet Marcet y Vergés, 2018,
La fabricación de productos dentro de la Economía Circular debe basarse en función de lo que se conoce como <i>Ecodiseño</i> , que se ha definido como el conjunto de acciones orientadas en la mejora ambiental de productos desde su etapa inicial de diseño, mejoramiento, selección de materiales, procesos de producción alternativos, transportación, uso y la reducción de impacto en su etapa final de tratamiento. (p. 119)	González y Vargas-Hernández, 2017.
...una economía circular es un ciclo de desarrollo continuo positivo que preserva y aumenta el capital natural, optimiza los rendimientos de los recursos y minimiza los riesgos del sistema, gestionando <i>stocks</i> finitos y flujos renovables. (p. 12)	Cerdá y Khalilova, 2016.

Fuente: Elaboración propia.

Como lo expresa Escobar (2021), otras filosofías como economía azul, economía de rendimiento, capitalismo natural, ecología industrial y diseño regenerativo describen diversas perspectivas de qué es la economía circular y cómo se puede aplicar en la actualidad (p. 66). Asimismo, Lett (2014, como se citó en Oyaga *et al.*, 2021) menciona lo siguiente:

El modelo de economía circular es, en su contexto, un modelo de negocio direccionado hacia la construcción de un nuevo paradigma que tiene implicaciones de construcción de formas de negocios, atendiendo el nivel de crecimiento económico de la comunidad en la cual el proyecto esté inserto, ello implica una nueva modalidad de hacer productos desde su mismo origen, diseño y nivel de aprovechamiento de las materias primas y recursos energéticos (pp. 30-31).

Es así que la economía circular (EC) se torna un modelo adaptable para el crecimiento sostenible en los países de América Latina (AL), si queremos la reducción de la utilización de los recursos y la elevación de la calidad de vida en estos países. La Comisión Económica para América Latina y el Caribe (2021) menciona que:

En América Latina y el Caribe, la economía circular ofrece una oportunidad de desarrollo, tanto por la creación de nuevas actividades económicas vinculadas con la provisión de bienes y servicios ambientales, como por la transformación de las actividades económicas que ya existen para aumentar su eficiencia material y reducir su impacto ambiental (pp. 9-10).

Desde la posición de Guadarrama y Martínez (2021):

El modelo de economía circular, contrario a la economía lineal, se caracteriza por ser un sistema cuyo postulado es conseguir que los productos y sus componentes mantengan su utilidad y valor, constituyendo un círculo continuo de desarrollo sustentable en la conserva y mejora del capital natural, optimizando y utilizando mínimamente los recursos finitos, lo que en la práctica implica la disminución de los residuos y la reutilización de estos por varias ocasiones y para diferentes fines, creando así un valor adicional y favoreciendo al cuidado del medioambiente (p. 33).

Derivado del impacto e interés de implementar el modelo de la economía circular, se han realizado más de 80 iniciativas públicas en temas de economía circular a nivel político en Latinoamérica y el Caribe (Quispe y Quispe, 2021), con la finalidad de superar el modelo de EL y transitar al modelo de EC directamente desde la producción de bienes bajo este enfoque para su fortalecimiento. Lo anterior permitiría un mejor manejo de los desechos sólidos y minimizar el impacto ambiental que se genera con su manejo y disposición final.

Aunque la EC es un término nuevo en algunos países, se necesitan establecer bases teóricas, así como conocer su uso en las organizaciones para el análisis adecuado de la implementación dentro de ellas. Quintero expresa que

la economía circular se basa en ser un modelo económico en donde se busca el aprovechamiento de las materias primas desechadas, reincorporarlas en la cadena y hacer de esto un ciclo cerrado o como se conoce en la economía circular de cuna a cuna (2021, p. 3).

González (2021, p. 2) enfatiza que “la EC pretende conseguir que los productos, componentes y recursos en general, mantengan su utilidad y valor en todo momento, buscando alcanzar la premisa de residuos cero”. De igual manera, Sulbaran *et al.* (2022) describen que la EC es una filosofía de sistemas organizacionales surgida desde que el ser humano hace conciencia de ella y de sus niveles de consumo.

Es visible la necesidad de crear conciencia en la población acerca del manejo de los residuos, así como la importancia del reciclaje, el cual se puede lograr con la capacitación, talleres o cursos, no sólo en empresas industriales o de servicios, sino desde las propias familias, donde se pueden conocer los tipos de métodos de recolección, su tratamiento y el lugar o ubicación donde pueden existir puntos de recolección. Así como lo expresan García *et al.* (2019), es preocupante el tema de los desechos y su manejo, pues bastaría con implementar las acciones adecuadas para mejorar la calidad de vida y del entorno natural, lo que derivaría en la concientización de las personas en relación con el cuidado del medioambiente y la inclusión de nuevas leyes de protección ambiental. Leiton y Revelo (2017) destacan que:

La problemática ambiental generada por el incremento de los residuos sólidos se debe, en parte, a la falta de educación y responsabilidad ambiental para separarlos en la fuente y poder aprovecharlos nuevamente como materia prima para la fabricación de nuevos productos (p. 104).

Empleando las palabras de Paño (2021):

Ante los imperantes evidentes de la insustentabilidad de la economía lineal, surge desde sectores de países de la periferia/no industrializados/Sur Global la pregunta sobre la viabilidad de poder implementar modelos económicos transformadores entre los que se incluya la economía circular; de cómo caracterizarla y ajustarla a la realidad ambiental, social, cultural y económica de sus países y territorios, y a partir de ahí, cómo hacerla factible (p. 293).

Raza-Carrillo y Acosta (2022) afirman que la degradación ambiental no es una consecuencia de la actividad humana, sino más bien es el resultado de

los modelos de desarrollo implementados por la sociedad y sus denominadas políticas públicas.

De acuerdo con los informes recientes publicados por la ONU, hay un énfasis en la inmediata creación de acciones que eviten catástrofes en un futuro, con la finalidad de preservar nuestra especie y las demás que existen en la Tierra (Rescala, 2022).

Además, es necesario adquirir conciencia de un consumo responsable, que respete el equilibrio de las actividades antrópicas y sus efectos en la naturaleza, para contribuir con el desarrollo sostenible (Sánchez *et al.*, 2019, p. 100).

De acuerdo con Duque y Silva (2022), la pobreza, la alta población y las tasas de crecimiento de la urbanización son algunas de las causas principales de la generación de residuos. Maldonado *et al.* (2017) enfatizan que, derivado de la escasez o de no contar con plantas de selección, centros de acopio o estaciones de transferencias, los residuos terminan siendo procesados en otros estados.

Tomamos en cuenta a Torra (2020) cuando plantea que:

En el marco del desarrollo sostenible (DS), la gestión integral de los residuos (GIR) es una de las prácticas fundamentales, los residuos vistos como recursos o insumos, por lo que los países han acentuado esfuerzos desde la política ambiental y la cooperación internacional en esta materia (p. 4).

Por su parte, Martínez y Porcelli (2018) dicen que

Bajo el paradigma “*take-make-waste*” (“extraer-fabricar-consumir-eliminar”), los bienes son producidos a partir de las materias primas, luego vendidos, utilizados y finalmente desechados como residuos, ocasionando no solo el agotamiento de los recursos naturales sino también la generación de toneladas de basura (p. 306).

Marriaga (2020) sostiene que la gestión y aprovechamiento de los residuos es uno de los grandes retos que existen, y para ello es necesario establecer un sistema de recolección que no solucione únicamente el depósito de los desechos, sino que los transforme, ya sea en energía, abono o materias primas reutilizables. Según Rincón (2022):

La transformación y comercialización directa de materiales aprovechables está generando respuestas a algunos de los problemas cotidianos que enfrentan las mismas organizaciones, por ejemplo, el uso de materiales de bajo valor en el mercado difíciles

de comercializar y que, por falta de espacio para su almacenamiento, terminan en vertederos como material de rechazo (p. 133).

Cervantes (2021) señaló que su propio estudio de 2013 menciona que:

La ecología industrial es el área del conocimiento que busca que los sistemas industriales tengan un comportamiento similar al de los ecosistemas naturales, transformando el modelo lineal de los sistemas productivos a un modelo cíclico, impulsando las interacciones entre la economía, ambiente y sociedad, e incrementando la eficiencia de los procesos industriales (p. 50).

Castaño (2013, como se citó en Guzmán y Gutiérrez, 2021) da a conocer que los aspectos prioritarios para el desarrollo sostenible son los económico, social y ambiental.

Torán Borrás (2018, como se citó en Herrera *et al.*, 2023) refiere que:

En la EC los materiales y los recursos empleados deben ser de una manera eficiente, responsable, aquello que resta en su vida útil es reutilizado o bien reciclado teniendo una meta que nada exista el menor desperdicio posible y pueda recuperarse la mayor parte posible (p. 300).

De acuerdo con Ortiz *et al.* (2022), la implementación del reciclaje de residuos posibilitará beneficiarse con recursos que aún son utilizables. Tal y como lo mencionan Rivas y Torres (2019), no existe en la actualidad una metodología única suficientemente elaborada y adaptada para poder dar seguimiento y evaluar los procesos de economía circular.

Es por ello la importancia de analizar el papel que las recicladoras representan en la economía circular, con la finalidad de dar a conocer las posibles acciones, así como las áreas de mejora para dar cumplimiento a los objetivos de desarrollo sostenible (ODS). Esto permitiría reducir el impacto ambiental para la mejora del planeta en que vivimos.

Para Vessuri (2016), América Latina avanza a través de acciones participativas hacia el logro de los objetivos de desarrollo sostenible (ODS), sin embargo, enfrenta desafíos y oportunidades únicos. De manera similar, Santurde y Castro (2021) indican que, en el siglo XX, los considerables avances tecnológicos en los diferentes extractos industriales, productivos y sanitarios han impactado considerablemente en las poblaciones, el medioambiente e incluso en la cultura. De igual forma, Schröder *et al.* (2020) dan a conocer, que:

Para las ciudades de la región de ALC, un objetivo importante de la transición hacia la economía circular debería ser reducir la carga que

la contaminación representa para las personas de bajos recursos que viven en las zonas urbanas, especialmente para apoyar a las comunidades afectadas por las deficiencias en el manejo de los residuos (p. 38).

Como plantean Seguí *et al.* (2018), el modelo de economía circular permite que los productos, materiales y recursos puedan mantenerse durante el mayor tiempo posible dentro de la economía, con lo cual se reduce al mínimo la generación de residuos.

Tal y como lo menciona Valarezo y Ruíz (2022), el adoptar un modelo de producción económico circular propiciará una mejora en la competitividad y en la eficiencia de materia prima disponible. Palacios y García (2020) refieren que las pymes tienen la imperiosa necesidad de implementar un modelo de economía circular, basado en un proceso de reducción, reutilización, reparación y reciclaje de materias primas. Chavolla (2023) dice que:

Con el establecimiento de la agenda de los Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS) establecidos por las Naciones Unidas en 2015, el ods11 habla respecto a “lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles”, y esto configura un reto respecto a las políticas para el futuro en materia de cómo vivimos, cómo nos relacionamos con el medioambiente y generamos el menor impacto, esto implica también tomar las mejores experiencias a nivel internacional para lograrlo (p. 219).

Como lo hacen notar Soria *et al.* (2023), los formuladores de políticas, investigadores y profesionales a nivel mundial tienen puesto su interés en la economía circular como una forma de promover los objetivos de desarrollo sostenible.

El contar dentro de las organizaciones con un modelo de economía circular contribuiría en el cumplimiento de las metas de los siguientes ODS, tal y como lo señala Calderón (2022):

- ODS 1. Fin de la pobreza.
- ODS 7. Energía asequible y no contaminante a través de la transición hacia la reducción de las emisiones de carbono.
- ODS 9. Industrial, innovación e infraestructura.
- ODS 12. Producción y consumo responsable. (p. 28)

Metodología

El estudio a desarrollar tiene un enfoque cualitativo. La metodología utilizada para la recopilación de información es con base en la búsqueda de información en diversas fuentes, principalmente en artículos y bases de datos con referencia a la Agenda 2030, la economía circular y sustentabilidad. Las

fuentes secundarias son los resultados que derivan de las herramientas utilizadas para la obtención de los datos a analizar. Entre estas destacan la entrevista realizada al gerente general de la empresa, con un instrumento de recolección de datos sobre economía circular de 36 indicadores a evaluar, divididos en ocho secciones (véase tabla 1). Asimismo, nos apoyamos en la observación *in situ* sobre los procesos desarrollados, y el análisis de documentos corporativos para la obtención de información aplicada para su análisis y discusión.

Tabla 1. *Instrumento de recolección de datos*

Sección	Indicadores
1. Eficiencia en el uso de materias primas, reciclaje y valorización	Porcentaje de emisiones de gases de efecto invernadero o evitadas debido al reciclaje
	Tasa de recuperación de residuos o embalajes provenientes de productos de la compañía o procesos productivos (incluye agua)
	Tasa de valorización de residuos
	Porcentaje de materiales reciclados utilizados en el proceso productivo como materia prima (incluye agua)
2. Ecodiseño de productos y servicios	Reducción en el consumo de agua total o por unidad de producto
	Tasa de reciclabilidad de los productos (% Eficiencia, número y diversidad de componentes, facilidad de separar materiales)
	Tasa de reciclabilidad de los productos (% eficiencia, número y diversidad de componentes, facilidad de separar materiales)
	Tasa de remanufactura de los productos
3. Extensión de la vida útil de los productos (reutilización, reparación)	Durabilidad y reutilización de los productos (producto vendido como servicio)
	Número de productos o servicios asociados a un área de negocio sostenible
4. Cadena de valor circular	Cálculo del ahorro de combustibles fósiles y CO2 evitado por los clientes debido al uso de productos reutilizados/repuestos
	Porcentaje de productos reparados o reutilizados vendidos frente a los productos nuevos
	Porcentaje de energías renovables y biomasa en el mix energético
	Porcentaje de materias primas de fuentes renovables en la composición de los productos vendidos
5. Simbiosis industrial	Porcentaje de materiales reciclados en los productos provenientes de los proveedores
	Porcentaje de insumos sostenibles utilizados (papel reciclado...)
	Colaboración en la cadena de suministro, política de compra y proximidad
	Porcentaje de materias primas secundarias utilizadas para la producción
5. Simbiosis industrial	Cantidad de materiales y energía intercambiadas con otras empresas o grupos de interés (sector agrícola)
	Porcentaje de aguas residuales tratadas reutilizadas

6. Promoción de la producción y el consumo responsable	<p>Número de campañas de concientización y sensibilización sobre retos vinculados con la economía lineal (contaminación de plásticos, desperdicio alimentario, etc.)</p> <p>Fomento de modelos de negocios circulares (tanto a nivel interno como externo clientes-proveedores)</p> <p>Incorporación de instrumentos internos para impulsar la economía circular (análisis del ciclo de vida, créditos de carbono)</p> <p>Implantación de la recogida selectiva de residuos en centros de trabajo</p>
7. La economía circular y el negocio (inversión y ahorro de costos)	<p>Porcentaje de facturación generados por la venta de productos o servicios vinculados con economía circular</p> <p>Ahorro de costos por la reducción de residuos, la correcta clasificación o reventa de residuos</p> <p>Cuantificación de la cifra de negocios provenientes de la reutilización o reparación de productos</p> <p>Innovación para la economía circular (número de proyectos iniciados, desarrollados y finalizados)</p> <p>Empleos generados en la economía circular</p>
8. Regenerar, Compartir, Optimizar, Reciclar, Virtualizar, Intercambiar	<p>Cambio a materias y energías renovables. Recuperar, retener y regenerar la salud de los ecosistemas y devolver los recursos biológicos recuperados a la biosfera</p> <p>Compartir activos, (autos, habitaciones, aparatos), reutilizar/segunda mano y prolongar la vida útil mediante el mantenimiento, diseño en favor de la durabilidad, actualización</p> <p>Incrementar el rendimiento/la eficiencia del producto. Eliminar los residuos de la producción y de la cadena de suministro y /o utilizar los macrodatos (<i>big data</i>), la automatización, la detección y dirección remotas.</p> <p>Refabricar productos o componentes, reciclar materiales, digerir anaeróbicamente y extraer componentes bioquímicos de los residuos orgánicos</p> <p>Desmaterializar directamente (libros, CD, dvd, viajes, etc.)</p> <p>Sustituir materias viejas con materiales avanzados no renovables y aplicar nuevos productos y servicios, transporte multimodal</p>

Fuente: Elaboración propia con datos del Instrumento proporcionado.

Recicladora: Caso de estudio

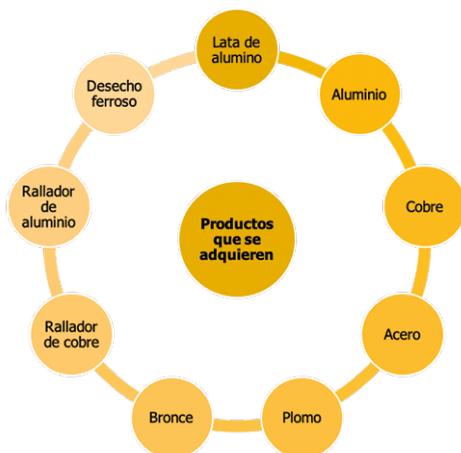
En el año 2022, según datos de Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), existen actualmente un total de 4,528 empresas recicladoras, 284 que reutilizan, 121 que recuperan y 71 que reducen y reparan (Sandoval *et al.*, 2023).

La recicladora en la cual se realizó el análisis sobre los aspectos a considerar como parte de la economía circular es una empresa 100% familiar y mexicana, fundada y ubicada en Ciudad del Carmen, Campeche desde el año 2005. Dedicada a la compra y venta de desechos ferrosos y materiales en general, con el objetivo de generar una cultura de seguridad y respeto por el medioambiente. Le brinda servicios de reciclaje principalmente a la industria petrolera y en menor porcentaje al público en general.

Su misión es satisfacer las necesidades de los clientes a través de nuestros servicios de desechos ferrosos, operando con seguridad, responsabilidad y calidad en cada servicio, ofreciendo soluciones con personal altamente capacitado y unidades apropiadas (Wilson González, Galindo Llanes y Oquendo Ferrer, 2022).

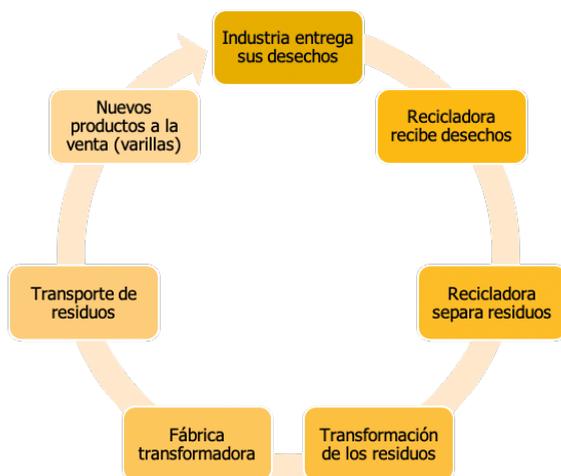
Los productos que se adquieren para el reciclado se mencionan en la figura 1.

Figura 1. *Productos que se adquieren*



Fuente: Elaboración propia con datos de la empresa.

Figura 2. *Proceso de reciclaje que aplica*



Fuente: Elaboración propia con datos proporcionados por la empresa.

Resultados

Producto de la entrevista guiada realizada al gerente general de la recicladora seleccionada se arrojaron los siguientes resultados:

1. Para el tema de eficiencia en el uso de materias primas, reciclaje y valorización, se observa que la recicladora emite un 30% de emisiones de gases debido al reciclaje. Asimismo tiene un 20% de tasa recuperación de residuos de las compras que hacen de forma directa. Cuando dichos residuos son llevados a las plantas fundidoras se recupera un 95%. De igual forma, tanto la tasa de valorización de residuos como el porcentaje de materiales reciclados utilizados es de un 95%. En la reducción de consumo de agua no requieren de este elemento debido a que son materiales sólidos.
2. En lo relacionado al ecodiseño de productos y servicios, en esta sección mencionan que el 100% de todo el material recuperado es clasificado, pesado (pesada corta y larga) y preparado, así como se divide en pacas de segunda, aluminio, cobre o bronce. De igual forma, la tasa de reparabilidad y remanufactura de los productos es del 100%. Los resultados de los productos de acero derivado del reciclaje tienen una durabilidad a largo plazo, aunque depende de su uso, como por ejemplo las varillas para construcción de casas, que oscilan entre 200 a 300 varillas de acero por cuatro toneladas al mes.
3. En la extensión de la vida útil de los productos (reutilización, reparación).

En referencia al cálculo del ahorro de combustibles y CO₂, la recicladora no ahorra, ya que las fundidoras necesitan de ese material, lo cual hace muchas emisiones de ellos. El porcentaje de productos reparados o reutilizados frente a los productos nuevos es del 95%, debido a que las varillas se vuelven a fundir para crear el mismo producto, lo que ocasiona una reutilización de ellos.

4. En relación con la cadena de valor circular, dicha recicladora no tiene un porcentaje de energías renovables y biomasa en el mix energético, ya que todo queda en estado sólido. El 100% de las materias primas que se recolectan se llevan a las fundidoras para crear los productos de acero que son vendidos. Los materiales reciclados que provienen de los proveedores, como son cartón, plástico y chatarra, son un 95%. De los insumos sostenibles sólo el 5% se utiliza en las impresoras de caja y documentación para empresas o gobierno. La colaboración en cuanto a la cadena de suministro, política de compra y proximidad es mutua, ya que se respetan las políticas de los proveedores en cuanto al reciclaje, y a la vez, ellos respetan la normativa de la recicladora.
5. Simbiosis industrial. En relación con el porcentaje de materias primas secundarias utilizadas para la producción, esta representa un 10%. Los indicadores de cantidad de materiales y energía intercambiada

con otras empresas y el porcentaje de aguas residuales tratadas no aplican a esta recicladora.

6. Promoción de la producción y el consumo responsable. Durante al año se realizan tres campañas de concientización y sensibilización sobre temas de reciclaje, contaminación y desperdicios, las cuales se dirigen a empresas privadas y sector educativo. El fomento de modelos de negocios circulares sólo se hace de forma interna, y es por indicaciones, por ejemplo, el desecho de ventiladores que se llevan a resguardo, las baterías y el papel. No incorpora instrumentos para impulsar la economía circular. Existe una clasificación de residuos recolectados tanto de compras como de los colaboradores.
7. La economía circular y el negocio (inversión y ahorro de costos). Realiza el 100% de facturación generada por la venta de productos vinculados con la economía circular y ahorra un 10% de residuos. La cuantificación de la cifra de negocios provenientes de la reutilización es de \$1240000.00 al mes, aproximadamente. En relación con la innovación para la economía circular, tienen una aportación de forma externa al municipio hasta de \$300000.00
8. Regenerar, compartir, optimizar, reciclar, virtualizar, intercambiar. En los aspectos de regenerar, optimizar, virtualizar e intercambiar, las respuestas fueron negativas, ya que sólo se realiza la de compartir, pues todo lo que se compra, se vende, y en el de reciclar es positivo debido a que es su actividad principal.

Conclusiones

Derivado de la revisión y el análisis de la información obtenida, concluimos que existen todavía espacios que no cumplen con los requisitos de normas ambientales, pues al momento de querer eliminar los residuos contaminan de una forma considerable el aire, Tierra y Agua.

El buen uso que se realice al tratamiento de los residuos, permitirá reducir, de manera significativa, el impacto que se genere en el medioambiente y disminuir, al mismo tiempo, efectos negativos en la salud. Con lo anterior, estaríamos contribuyendo a implementar y cumplir con las metas que se han establecidos en los objetivos de desarrollo sostenible. Empleando las palabras de Wilson *et al.* (2022):

En este sentido, el desequilibrio hombre-naturaleza, a escala global y local, exige fortalecer el papel y la capacidad de las localidades en la implantación de programas que permitan aproximarnos a territorios más sostenibles, por lo que se considera que el principio de integración como el más adecuado y específico e implica un enfoque integral e integrado de los procesos económicos, sociales y políticos, encaminados al uso razonable de los recursos naturales. (p. 692).

Sabemos que el tema de los residuos y el reciclaje son temas de gran importancia en todo el mundo, por lo que deben implementarse buenas practicas no sólo como parte del cumplimiento de la responsabilidad social con que las empresas deben cumplir, sino como un mecanismo sostenible permanente, que permita aminorar la huella ecológica. Igualmente relevante es tener presente la necesidad de que México adopte un modelo de economía circular comunitaria, centrada en las personas y en la conservación y regeneración de sus recursos naturales. (Cortinas, 2021)

Las acciones y estrategias que se implementen contribuirán de forma favorable tanto en la sustentabilidad, cultura ambiental y social, como en el mejoramiento económico.

Es necesario que los Estados que firmaron la Agenda 2030 establezcan las acciones estratégicas, así como políticas que permitan el alcance o cumplimiento de los ODS. Aunado a ello, el modelo de la EC implementado en las organizaciones propiciaría una mejora en la sostenibilidad del planeta.

Referencias

- Amézquita Obando, W. M., y García, R. (2023). Diseño de sistema para el proceso de economía circular de trabajadores de reciclaje. *Documentos De Trabajo ECBTI*, 3(1). <https://doi.org/10.22490/ECBTI.6607>.
- Aparicio de Carpio, C. de los Ángeles, Pérez, J. M., Flores de Medina, S. M., Ramírez, I. Y., y Lucha de Henríquez, X. M. (2018). Manejo integral de los desechos sólidos en centros educativos del municipio de Santa Ana. *Revista salud y desarrollo*, 2(2), 1-12. <https://doi.org/10.55717/RVJC7718>.
- Aristizábal Gómez, K. V., y Rodríguez Buenahora, O. (2022). La economía circular como estrategia para la inclusión laboral de los recicladores al mercado laboral en Colombia: un reto en medio de la crisis por el covid-19. En Rodrigo Noguera Calderón (Ed.) , *Relaciones humanas, comunicación y normativa durante la pandemia* (pp.231-258). Universidad Sergio Arboleda. <http://repository.usergioarboleda.edu.co/handle/11232/1892>.
- Calderón Veliz, Holger Javier (2022). *Modelo de Negocio. "Creación de una asociación para Centros de Acopio de Reciclaje de Guayaquil": plan administrativo*. [Tesis de licenciatura] Universidad Casa Grande. <http://dspace.casagrande.edu.ec:8080/handle/ucasagrande/3597>.
- Canales, R., Ruiz, E., y García, V. (2019). La medición de la Economía Circular. Marcos, indicadores e impacto en la gestión empresarial. Grupo Acción Economía Circular. https://foretica.org/wp-content/uploads/informe_medida_economia_circular_foretica.pdf.

CEPAL (2021). *Economía circular en América Latina y el Caribe: oportunidad para una recuperación transformadora*. Naciones Unidas, CEPAL. <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/47309>.

Cerdá, E., y Khalilova, A. (2016). Economía circular. *Economía industrial*, 401(3), 11-20. <https://www.mincotur.gob.es/Publicaciones/Publicacionesperiodicas/EconomiaIndustrial/RevistaEconomiaIndustrial/401/CERD%C3%81%20y%20KHALILOVA.pdf>.

Cervantes, G. (2021). Transitando a la economía circular en el sector agropecuario: granjas experimentales en Guanajuato, México. *Revista Kawsaypacha: sociedad y medio ambiente*, (7), 45-66. <https://doi.org/10.18800/kawsaypacha.202101.003>.

Chavolla, H. (2023). *¿Quién gobierna la basura y el reciclaje?* *InterNaciones*, (24), 209-226. <https://doi.org/10.32870/in.vi24.7237>.

Cortinas, C. (2021). *Modelos de gobernanza y reciclaje incluyente Para una economía circular comunitaria carbono neutro*. <https://www.ceiba.org.mx/publicaciones/cristina/modelosdegobernanzacristina.pdf>.

Duque Ferreira, C., y Silva de Rosa, F. (2022). Gestión de residuos sólidos urbanos: un estudio sobre oportunidad y potencialidad señaladas por la literatura científica. *Espacios Públicos*, 23(57), 9-24. <https://doi.org/10.36677/espaciospublicos.v23i57.18597>.

Escobar Rivera, J. S. (2021). C. Pluralidad y Consenso, 11(50), 64-77. <http://www.revista.ibd.senado.gob.mx/index.php/PluralidadyConsenso/article/view/754/715>.

Escobar Rivera, J. S. (2022). Economía circular: el camino directo al desarrollo sustentable. *Pluralidad y Consenso*, 11(50), 64-77. <http://www.revista.ibd.senado.gob.mx/index.php/PluralidadyConsenso/article/view/754/715>.

Garabiza, B., Prudente, E., y Quinde, K. (2021). La aplicación del modelo de economía circular en Ecuador: estudio de caso. *Revista Espacios*, 42(02), 222-237. <https://www.revistaespacios.com/a21v42n02/a21v42n02p17.pdf>.

García Batista, R. M., Socorro Castro, A. R., y Maldonado, A. V. (2019). Manejo y gestión ambiental de los desechos sólidos, estudio de casos. *Universidad y Sociedad*, 11(1), 265-271. Recuperado de <http://rus.ucf.edu.cu/index.php/>.

González Mendoza, D. A. (2021). Análisis del proceso de reciclado de vidrio de una empresa recicladora del estado de Morelos, bajo los principios

- de la economía circular [Tesis de maestría]. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. <http://riaa.uaem.mx/handle/20.500.12055/1662>.
- González Ordaz, G. I., y Vargas-Hernández, J. G. (2017). La economía circular como factor de la responsabilidad social. *Economía coyuntural*, 2(3), 105-130. <http://revista.ibd.senado.gob.mx/index.php/PluralidadyConsenso/article/view/751/712>.
- Guadarrama Barrera, A., y Martínez Santivañez, F. G. (2022). Economía circular El modelo de producción y consumo del futuro. *Pluralidad y Consenso*, 11(50), 32-41. <http://revista.ibd.senado.gob.mx/index.php/PluralidadyConsenso/article/view/751>.
- Guzmán Almanza, A., y Gutiérrez Saavedra, A. (2021). *Alternativa para la reutilización de llantas de bicicletas aplicando el modelo de economía circular para los recuperadores del sector del siete de agosto* [Trabajo de pregrado]. Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca. <https://repositorio.unicolmayor.edu.co/handle/unicolmayor/5591>.
- Herrera Reyes, D., Saldaña Durán, C., y Zúñiga Espinoza, N. (2023). Integración de la Responsabilidad Social Empresarial con la Economía Circular en el ámbito ambiental: caso de estudio empresa hotelera en la ciudad de Durango, Durango, México. *El Periplo Sustentable*, (44), 293-316. <https://doi.org/10.36677/elperiplo.v0i44.16402>.
- Leiton Rodriguez, N. V., y Revelo Maya, W. G. (2017). Gestión integral de residuos sólidos en la empresa Cyrgo SAS. *Tendencias*, 18(2), 103-121. <https://doi.org/10.22267/rtend.171802.79>.
- Maldonado Rivas, P. J., Pérez Balan, R. A., Aké Canchez, B. y Mex Álvarez, R. M. de J. (2017) Identificación de los Residuos sólidos urbanos con mayor reciclaje en la ciudad de San Francisco de Campeche, México. *Revista de Energías Renovables*. 1-2, 31-41 https://www.ecorfan.org/republicofperu/research_journals/Revista_de_Energias_Renovables/vol1num2/Revista_de_Energias_Renovables_V1_N2.pdf#page=38.
- Marcet, X., Marcet, M. y Vergés, F. (2018). *Qué es la economía circular y por qué es importante para el territorio*. http://www.pacteindustrial.org/public/docs/papers_publications/6e3474fb7a3a924fac653ff095bfc0c9.pdf.
- Marriaga, D. A. (2020). *Economía Circular y el sistema de basuras en Bogotá* [Trabajo de grado]. Universidad Militar Nueva Granada. <http://hdl.handle.net/10654/37797>.
- Martínez, A. N., y Porcelli, A. M. (2018). Estudio sobre la economía circular como una alternativa sustentable frente al ocaso de la economía tradicional (primera parte). *Lex: Revista de la Facultad de Derecho y*

Ciencia Política de la Universidad Alas Peruanas, 16(22), 301-334. <http://dx.doi.org/10.21503/lex.v16i22.1659>.

Ortiz Zamora, A. F., Duque, Gallego, C. J., Gómez Colmenares, J. A., Mora Blandón, V. V., y Gutiérrez Betancur, S. A. (2022) Economía circular. En *Reciclaje inclusivo: hacia una economía circular en Colombia*. Editorial Universidad del Rosario. <https://repository.urosario.edu.co/server/api/core/bitstreams/c3f7c392-ae21-4b63-b310-646162b7f526/content#page=177>.

Oyaga Martínez, R., Martínez Quintero, D., Pacheco Torres, P., Sulbaran Siado, S. y Rodríguez Gómez, J. (2021). Economía circular y su sostenibilidad ambiental, económica y social en comunidades de Barranquilla, Atlántico, Colombia. *Revista Sextante*, 24, 29-33, 2021. <https://doi.org/10.54606/Sextante2021.v24.04>.

Palacios Palacios, I. J., y García Prado, S. M. (2020). Los residuos sólidos en las pymes de servicio y su influencia en el desarrollo de la economía circular de la ciudad de Portoviejo [Tesis de licenciatura]. Universidad San Gregorio de Portoviejo. <http://repositorio.sangregorio.edu.ec/handle/123456789/1708>.

Paño Yáñez, P. (2021). Viabilidad de la economía circular en países no industrializados y su ajuste a una propuesta de economías transformadoras. Un acercamiento al escenario latinoamericano. *CIRIEC-España, revista de economía pública, social y cooperativa*, (101), 289-323. <https://doi.org/10.7203/CIRIEC-E.101.15979>.

Quintero Molano, A. P. (2021). Diseño metodológico bajo el enfoque de la economía circular como alternativa ecológica y sostenible para el reciclaje de productos pos industria y pos consumo de la industria textil, en Bogotá D.C. [Trabajo de grado]. Fundación Universidad de América. <https://hdl.handle.net/20.500.11839/8584>.

Quispe Palomino, A., y Quispe Huisa, V. (2021). Reutilización y reciclaje de residuos sólidos en economías emergentes en Latinoamérica: una revisión sistemática. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 5(6), 13184-13202. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v5i6.1316.

Raza-Carrillo, D., y Acosta, J. (2022). Planificación ambiental y el reciclaje de desechos sólidos urbanos. *Economía Sociedad y Territorio*, 22(69), 519-544. <https://doi.org/10.22136/est20221696>.

Rescala Pérez, J. (2022). La economía circular en el Estado de México. *Pluralidad y Consenso*, 11(50), 20-31. <http://www.revista.ibd.senado.gob.mx/index.php/PluralidadyConsenso/article/view/750>.

- Rincón Alarcón, J. M., Guzmán Azuero, B. A., y Vásquez Correa, L. F. (2022) La estación de clasificación de aprovechamiento en la economía circular. *Reciclaje inclusivo*, 123. <https://repository.urosario.edu.co/server/api/core/bitstreams/c3f7c392-ae21-4b63-b310-646162b7f526/content#page=135>.
- Rivas Urrea, J. H., y Torres Valencia, D. (2019). *Empresa social de economía circular de Rionegro* [Tesis de doctorado]. Universidad EAFIT. <https://repository.eafit.edu.co/handle/10784/13620>.
- Sánchez-Muñoz, M. del P., Cruz Cerón, J. G., y Giraldo Uribe, J. J. (2019). Análisis de la opinión de los hogares sobre la gestión de los residuos sólidos domiciliarios en Bogotá. *Semestre Económico*, 22(52), 97-129. <https://doi.org/10.22395/seec.v22n52a5>.
- Sánchez Muñoz, M. del P., Cruz Cerón, J. G., y Maldonado Espinel, P. C. (2019). Gestión de residuos sólidos urbanos en América Latina: un análisis desde la perspectiva de la generación. *Revista Finanzas y Política Económica*, 11(2), 321-336. <https://doi.org/10.14718/revfinanzpolitecon.2019.11.2.6>.
- Sandoval García, E., Ramos Rodríguez, G. G., y Correa Torres, A. (2023). Midiendo la economía circular en México. *Realidad, datos y espacio revista internacional de estadística y geografía*. 14(1), 38-53. <https://rde.inegi.org.mx/wp-content/uploads/2023/PDF/RDE39/RDE39.pdf>.
- Santurde Rubio, L., y Castro Núñez, R. B. (2021). La aportación de la Economía Circular a los ODS frente a las limitaciones del Sistema Lineal. *Revista Iberoamericana de Economía Solidaria e Innovación Socioecológica*, 4(1), 149-170. <https://doi.org/10.33776/riesise.v4i1.5185>.
- Schröder, P., Albaladejo, M., Ribas, P. A., MacEwen, M., Tilkanen, J., y Ambiente, M. (2020). *La economía circular en América Latina y el Caribe. Oportunidades para fomentar la resiliencia*. Londres. Chatham House. https://www.catedrarses.com.do/Portals/0/OpenContent/Files/468/La_economia_circular_en_America_Latina_y_el_Caribe_compressed-2.pdf.
- Seguí, L., Medina, R., y Guerrero, H. (2018). *Gestión de residuos y economía circular*. EAE Business School. https://www.diarioabierto.es/wp-content/uploads/2018/09/Gestion_residuos_EAE.pdf.
- Soria Flores, E. R., Cabascango Jaramillo, J. C., Villegas Estévez, C. J., y Pérez González, Á. R. (2023). Economía circular como base de la sustentabilidad empresarial. *Revista Publicando*, 10(38), 1-13. <https://doi.org/10.51528/rp.vol10.id2358>.

- Sulbaran Siado, S., Mendoza Oñate, Z., y Mendoza Hernández, M. (2022). Avances de estrategias de economía circular: análisis comparativo desde las realidades de Buenaventura y Barranquilla. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 6(6), 404-419. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i6.3545.
- Torra K. (2020). Emprendimiento social para la economía circular de los plásticos en el municipio de la Paz, B.C.S. <https://biblio.uabcs.mx/tesis/tesis/te4564.pdf>.
- Valarezo Ulloa, M. J., y Ruiz Virgen, L. (2022). El reciclaje de plásticos, un reto para lograr una economía circular. *CEDAMAZ*, 12(2). <https://doi.org/10.54753/cedamaz.v12i2.1265>.
- Van Hoof, B., Núñez, G. y De Miguel, C. J. (2022). *Metodología para la evaluación de avances en la economía circular en los sectores productivos de América Latina y el Caribe*. CEPAL. <https://hdl.handle.net/11362/47975>.
- Vásquez Bucio, A. S. (2022) *Análisis de los beneficios generados por la implementación de la economía circular en empresas agroalimentarias de México*. Universidad Autónoma de México. <http://hdl.handle.net/20.500.11799/112930>.
- Vessuri, H. (2016). *La ciencia para el desarrollo sostenible (Agenda 2030)*. UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000246428>.
- Wilson González, F. E., Galindo Llanes, P. A., y Oquendo Ferrer, H., (2022). La empresa química en un territorio con enfoque de economía circular. *Revista Universidad y Sociedad*, 14(4), 691-698. <http://scielo.sld.cu/pdf/rus/v14n4/2218-3620-rus-14-04-691.pdf>.

Residuos alimentarios en Tenancingo, Estado de México: análisis de su cuantificación desde la economía circular

Jonathan Ramírez Sánchez*

Jessica Alejandra Avitia Rodríguez**

Javier Jesús Ramírez Hernández***

***ORCID:** <https://orcid.org/0009-0009-6797-8154>; **ResearchGate:** <https://www.researchgate.net/profile/Jonathan-Ramirez-Sanchez-2>

Licenciado en Relaciones Económicas Internacionales. Centro Universitario UAEMéx Tenancingo, México.

****ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-0525-9041>; **ResearchGate:** <https://www.researchgate.net/profile/Jessica-Alejandra-Avitia-Rodriguez-2>

Doctora en Sostenibilidad por la Universidad Politécnica de Cataluña. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores. Centro Universitario UAEMéx Tenancingo, México.

*****ORCID:** <https://orcid.org/0000-0003-1716-3554>; **ResearchGate:** <https://www.researchgate.net/profile/Javier-Jesus-Ramirez-Hernandez-2153205822>

Doctor en Ciencias Sociales por El Colegio Mexiquense. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores. Profesor-investigador en el Centro de Estudios e Investigación en Desarrollo Sustentable (CEDES), UAEMéx, México.



Resumen

Las principales necesidades del humano son de subsistencia, lo que incluye la alimentación. Los datos muestran que este sector genera una gran cantidad de residuos alimentarios (RA). Sin embargo, la problemática no termina ahí, los RA engloban un desaprovechamiento de recursos económicos y ambientales. Ya que este sector se ajusta a un proceso de economía lineal que da origen a materiales contaminantes (residuos, desechos, basura). Ante inminentes consecuencias es necesario crear soluciones, pero es complicado solucionar problemas que no estén medidos o cuantificados. Los residuos alimentarios en México no se encuentran perfectamente cuantificados en ninguna base de datos a nivel municipal, estatal o federal. Por lo que el objetivo de la investigación es analizar los RA domésticos del municipio de Tenancingo a través de su cuantificación. La metodología consistió en estudiar una muestra de bola de nieve de 20 hogares. Se proporcionaron materiales (contenedores, basculas y bitácoras) para cuantificar los RA durante una semana por mes, en un periodo de dos meses (septiembre y octubre de 2022). Los resultados estadísticos descriptivos corresponden al destino de los RA de las primeras dos semanas, en la semana uno, el 62% de la muestra tenía como destino de los RA la basura y terrenos baldíos; en la semana dos sólo 40% mantuvo ese destino, el resto se aprovechó para plantas, mascotas, cerdos y composta. También se obtuvo la cantidad de residuos alimentarios por hogar: en promedio se generaron 8.44 kg y 8.85 kg, respectivamente. Los resultados indican que después de la primera prueba los participantes reflexionaron sobre su protagonismo en la problemática de los RA, quienes lideran una transformación en la gestión de estos. Lo que lleva a un cambio que se ajusta a un modelo de economía circular, que permitiría generar herramientas para el aprovechamiento y disminución de residuos alimentarios en Tenancingo.

Palabras Claves: *residuos alimentarios, cuantificación, economía circular.*

Abstract

The main human needs are related to subsistence, particularly in the area of sustenance, which includes food. Data reveals that this sector generates a significant amount of food waste (RA). However, the issue doesn't stop there; FW encompasses a wastage of economic and environmental resources. Since this sector adheres to a linear economy process, it gives rise to polluting materials (waste, refuse, garbage). Faced with imminent consequences, creating solutions becomes necessary. Yet, solving problems that aren't measured or quantified is complex. In Mexico, food waste is not perfectly quantified in any municipal, state, or federal database. Therefore, the research objective is to analyze domestic FW in the municipality of Tenancingo by means of quantification. The methodology involved studying a snowball sample of 20 households. Materials (containers, scales, and logs) were provided to quantify FW over a week per month, for a period of 2 months (September and October 2022). Descriptive statistical results pertain to the destination of FW during the first 2 weeks. In week 1, 62% of the sample had their FW destined for garbage and vacant lots, whereas in week 2, only 40% maintained that destination. The rest was repurposed for plants, pets, pigs, and compost. The amount of FW per household was also obtained; on average, 8.44 kg and 8.85 kg were generated, respectively. The results indicate that after the first trial, participants reflected on their involvement in the FW issue, leading to a transformation in its management. This transformation aligns with a circular economy model, which could facilitate the development of tools for the utilization and reduction of food waste in Tenancingo.

Keywords: *food waste, quantification, circular economy.*

Introducción

La problemática de los residuos alimentarios (RA) está relacionada con el antropocentrismo, una filosofía que coloca a los seres humanos en el centro de la realidad, pues sostiene que la naturaleza existe para satisfacer nuestras necesidades y deseos. Esta postura ha llevado a la explotación desmedida de los recursos naturales, ha contribuido al cambio climático y a la pérdida de biodiversidad en el mundo. El antropocentrismo ha creado una cultura de consumismo, donde los alimentos se consideran como productos disponibles para ser utilizados y desechados en función de las preferencias y necesidades del consumidor. Esta mentalidad ha llevado a una desconexión con el valor intrínseco de los alimentos y ha provocado un impacto negativo en el medioambiente.

El sector alimentario es un ejemplo de lo paradójico que es la existencia de la humanidad, paradoja que se observa y se puede analizar en la dicotomía de los datos estadísticos de este sector. La creciente población mundial y el aumento de los niveles de consumo han generado una mayor cantidad de residuos, lo que ha provocado un estado de preocupación en su gestión, ya que los residuos alimentarios son una de las principales fuentes de residuos sólidos urbanos en todo el mundo.

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), mediante su base de datos, reporta que en la actualidad la producción de alimentos es capaz de alimentar a todas las personas del planeta, sin embargo 800 millones de personas pasan hambre y la tercera parte de los alimentos producidos se desperdicia. Estos datos van en contra de la lógica. Para comprender lo anterior es necesario estudiar cuestiones políticas, culturales, éticas y económicas, sobre las cuales el ser humano ha construido, construye y construirá su civilización (FAO, 2023).

La FAO, en el informe sobre el índice de desperdicio de alimentos, expone que anualmente, a nivel mundial, se generan 931 millones de toneladas de residuos alimentarios al año, de los cuales el 61% proviene de los hogares, el 26% de las actividades para la producción de alimentos y el 13% de la venta minorista. Además, se expone que la producción per cápita de residuos está entre 74 kg y 79 kg por hogar, anualmente (Forbes *et al.*, 2021).

Los datos muestran que la producción de alimentos genera una gran cantidad de residuos o desechos. Los residuos alimentarios no sólo tienen un impacto ambiental significativo, sino que también tienen consecuencias económicas y sociales. En términos económicos, los residuos alimentarios generan costos directos e indirectos, como el costo de la producción, el procesamiento de alimentos que no se consumen, así como el costo de la gestión de los residuos.

En términos sociales, los residuos alimentarios pueden afectar a la seguridad alimentaria, se desperdician nutrientes esenciales que podrían utilizarse para combatir la desnutrición en comunidades en desarrollo. Pueden tener un impacto significativo en la salud y en el bienestar de las personas. Además, aumentan la presión sobre los recursos naturales, como el agua y el suelo, lo que tiene consecuencias graves en las comunidades que dependen de ellos para su subsistencia.

En el contexto nacional, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat) declara que los hogares mexicanos son los principales generadores de residuos alimentarios en el país, con una contribución del 42% del total de los residuos sólidos generados anualmente. Los RA son un motivo de preocupación, pero parece ser una problemática desconocida, tanto a nivel nacional como a nivel local. México enfrenta desafíos en términos de seguridad alimentaria, pobreza y desigualdad, lo que hace que la reducción de los desperdicios de alimentos sea aún más relevante. Sin embargo, a pesar de la importancia de este tema, la información específica sobre la cuantificación y gestión de los residuos alimentarios a nivel local es limitada (Semarnat, 2023).

Existe una escasez de información y de datos a niveles municipales, locales o regionales. Las organizaciones y gobiernos estudian la problemática de forma deductiva, pero las características (cultura, costumbres, geografía, entre otras) de cada municipio determinan la magnitud de la problemática. Cuantificar y estudiar los residuos alimentarios a nivel local permite desarrollar estrategias compatibles con sus características, lo que permitiría minimizar las consecuencias.

Es fundamental construir metodologías eficientes para cuantificar los residuos alimentarios en todos los niveles. A través de los resultados de dicha cuantificación se deben identificar oportunidades para la reutilización y el reciclaje de los residuos. Sin embargo, en México existen pocos estudios que hayan evaluado la eficacia de estas metodologías y las estrategias derivadas de los resultados obtenidos. ¿Es posible, entonces, a través de una cuantificación de los residuos alimentarios domésticos, generar estrategias para reducir las problemáticas económicas, sociales y ambientales causadas por los residuos en Tenancingo?

Por lo tanto, a través de este estudio, se espera contribuir al conocimiento sobre la gestión de residuos alimentarios en el municipio de Tenancingo, que fomente el desarrollo y la implementación de estrategias más sostenibles para la gestión de los residuos alimentarios. El objetivo de esta investigación consiste en analizar la cantidad de los residuos alimentarios domésticos generados en el municipio de Tenancingo, mediante la cuantificación de los residuos alimentarios de los hogares, lo que permitiría generar estrategias para la reducción de los problemas económicos, sociales y ambientales generados por estos residuos a nivel local.

Desarrollo

Antecedentes de los residuos alimentarios

A nivel mundial, la problemática de los residuos alimentarios ha sido objeto de investigación y debate en los últimos años. Retomando lo expuesto por la FAO, se estima que aproximadamente un tercio de los alimentos producidos para el consumo humano se pierden o desperdician anualmente. Esta cifra es alarmante, pues considera los recursos naturales, la energía y el esfuerzo humano involucrados en la producción de alimentos, no son totalmente aprovechados los recursos (Forbes *et al.*, 2021).

Diversas investigaciones han estudiado las causas y consecuencias de los residuos alimentarios a nivel global. Gustavsson *et al.* (2012) señalan que los factores clave que influyen en la generación de residuos alimentarios son: la falta de planificación, errores de producción en la cadena de suministro, las prácticas ineficientes de almacenamiento y distribución, y el comportamiento y decisiones del consumidor final. Además, se ha observado que los residuos alimentarios no sólo tienen un impacto negativo en el medioambiente, sino que también representan una pérdida económica significativa y pueden generar conflictos sociales (Gustavsson *et al.*, 2012).

En el caso específico de México, el problema de los residuos alimentarios gradualmente está adquiriendo mayor protagonismo en los últimos años. El Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) estima que alrededor de 20 millones de toneladas de alimentos se desperdician anualmente en el país. Esta cifra afecta al sector económico, con una pérdida de aproximadamente 191000 millones de pesos. También tiene consecuencias ambientales graves, como la emisión de gases de efecto invernadero y el depósito de residuos alimentarios en lugares no capacitados (INECC, 2022).

En el año 2019, la Comisión para la Cooperación Ambiental (CCA) cuantificó que en América del Norte se generaron 168 millones de toneladas de RA: 13 millones en Canadá, 126 millones en Estados Unidos y 28 millones en México. La cantidad de residuos alimentarios de América del Norte serviría para satisfacer la necesidad alimentaria de 30 millones de personas (CCA, 2019). El Estado de México se enfrenta a una problemática significativa en función del crecimiento poblacional y los residuos alimentarios. La base de datos de la Secretaría del Medio Ambiente del Estado de México refleja que el estado es la entidad federativa que genera la mayor cantidad de residuos sólidos urbanos, con un total de 60097 toneladas mensuales. De esta cantidad se generan 649 toneladas de residuos provenientes de los alimentos y de la jardinería. Se estima que los alimentos se desperdician en diversas etapas de la cadena de suministro, desde la producción hasta el consumidor final (SNIARN, 2023).

En el municipio de Tenancingo de Degollado del Estado de México, la situación de los residuos alimentarios no es ajena a las estadísticas estatales

y nacionales. Esta problemática adquiere gran relevancia debido a sus actividades agrícolas, ganaderas y comerciales, pues a pesar de ser una región con una producción significativa de alimentos, existe una falta de estudios sobre la cuantificación y gestión de los residuos alimentarios. La falta de datos impide su aprovechamiento y la implementación de estrategias eficientes para su manejo.

La falta de estudios y datos específicos sobre la cuantificación y gestión de los RA lleva al desconocimiento de la cantidad exacta que gestiona el municipio. De la poca información con la que se cuenta a nivel local, se conoce que, en el municipio de Tenancingo, aproximadamente se generan 73 toneladas de residuos sólidos diariamente. Dicha estimación se realiza en función de la capacidad de los vehículos de recolección del municipio y de los viajes al destino final (relleno sanitario), dato proporcionado por Semarnat (SNIARN, 2023).

En el proceso de investigación se buscó establecer un acercamiento con la dirección encargada de la gestión de los residuos sólidos urbanos del ayuntamiento. Sin embargo, se observó una actitud renuente por parte de la dirección para proporcionar información detallada sobre esta actividad. No obstante, la información que proporcionó el ayuntamiento arrojó algunos datos relevantes de los RA en Tenancingo.

En 2010 la producción diaria en promedio era de 50 toneladas (t) de residuos sólidos, en 2016 de 70 t y 61 t en 2018 (Semarnat, 2018). De 2019 a 2023 se estima que se produjeron aproximadamente 73 t, con un comportamiento estacional entre 76 t a 80 t. Esta cifra coincide con lo expuesto por Semarnat, ya que la dirección no tiene una forma propia de estimar esta cantidad, sólo retoman los datos de instituciones nacionales.

Además, se obtuvo el dato de que el ayuntamiento destina aproximadamente 450000 pesos mensuales para la disposición de estos residuos en un relleno sanitario. Es importante destacar que, a pesar de las limitaciones en la obtención de información, estos datos brindan una perspectiva sobre la magnitud del problema de los residuos sólidos en el municipio.

De acuerdo con Semarnat, se estima que a nivel nacional se generan alrededor de 120128 toneladas diarias de residuos sólidos. Se identifica que aproximadamente el 31.56% corresponde a residuos considerados aprovechables, como cartón, aluminio o cobre, entre otros. Por otro lado, el 46.42% corresponde a residuos orgánicos, que incluyen los residuos agrícolas, forestales y alimentarios. Finalmente, el 22.03% restante corresponde a residuos que aún no han sido categorizados (Semarnat, 2020). Por lo tanto, es crucial desarrollar estrategias adaptadas a las necesidades locales, que promuevan la reducción del desperdicio de alimentos, el uso eficiente de los recursos y el aprovechamiento de estos residuos, con el objetivo de minimizar

las consecuencias ambientales, económicas y sociales. Estas estrategias deben ser desarrolladas desde una perspectiva integral (ayuntamiento, población, empresa, gobierno estatal y federal, entre otras) y deben considerar todos los aspectos que se relacionen, directa o indirectamente, con los residuos alimentarios generados en Tenancingo.

Residuos alimentarios

Con la finalidad de esclarecer el objeto de estudio de la investigación, es necesario establecer una conceptualización clara del término “residuos alimentarios”. Para lograrlo se definen y analizan tres términos fundamentales: alimento, cadena de suministros y residuos. Estos términos son ampliamente debatidos y tienen múltiples definiciones en la literatura científica, por lo cual se ha realizado una exhaustiva revisión de literatura relacionada con el tema de los residuos alimentarios, con el propósito de construir una definición precisa que se adapte a los objetivos de esta investigación.

La definición de *alimento* (del ser humano) no es un término unívoco. A lo largo de la historia de la humanidad el alimento como elemento físico ha tenido un sinfín de formas. La FAO en su glosario oficial define al alimento como “el producto natural o elaborado, susceptible de ser ingerido y digerido, cuyas características lo hacen apto y agradable al consumo, constituido por una mezcla de nutrientes que cumplen determinadas funciones en el organismo del ser humano” (Östergren *et al.*, 2014, p. 20).

La Unión Europea a través de su proyecto Uso de alimentos para la innovación social mediante la optimización de estrategias de prevención de residuos (FUSIONS por sus siglas en inglés) define al alimento como “cualquier producto totalmente procesado, parcialmente procesado o sin procesar destinado a ser consumido por los humanos” (Östergren *et al.*, 2014, p. 22).

La dicotomía de la definición de *alimento* tiene un impacto en la definición del término *residuos alimentarios*. Al igual que con el término de alimento, la diversidad cultural influye en lo que se puede considerar como residuo alimentario en una sociedad respecto a otra.

En esta investigación se define al alimento como el bien o producto elaborado mediante un proceso natural o artificial, que cuenta con cualidades óptimas y de nutrientes esenciales para ser completa o parcialmente ingerido, con el objetivo de satisfacer la necesidad básica de la alimentación del ser humano. La investigación considera a todos los grupos de alimentos (cereales, verduras, frutas, alimentos de origen animal y leguminosas) para la cuantificación de los residuos. Por motivos de recursos y tiempo se exenta a los alimentos en estado líquido y los residuos relacionados con el empaquetado. Además, se considera que los materiales, bienes o productos que representan a los alimentos son aquellos que poseen las características

necesarias para ser aceptados y preferidos por el consumidor en el ámbito nacional, regional y local, teniendo en cuenta aspectos culturales y de tradición alimentaria en México.

El término *cadena de suministro* ha adquirido mayor protagonismo en el modelo económico mundial, pues durante los últimos años se ha posicionado como un elemento fundamental en los sectores de productividad. Ballou (2004) define a la cadena de suministros como un conjunto de actividades funcionales que se repiten secuencialmente a lo largo de una ruta de producción, las cuales convierten a la materia prima en productos terminados y con un valor para el cliente. Ganeshan y Harrinson (1995) sostienen que la cadena de suministros es una red de instalaciones y una red de distribución que permiten la transformación de materiales en productos terminados o semiterminados con la finalidad de satisfacer las necesidades de los clientes.

El término cadena de suministro alimentaria (CSA) surge de la combinación de los conceptos de alimento y cadena de suministro. La CSA se define como el sistema organizado que integra la transformación de la materia prima en productos alimentarios, así como todas las etapas de producción, transporte, venta y consumo de productos alimentarios. Este sistema se compone de una red de infraestructuras dividida en eslabones, los cuales están interconectados, directa o indirectamente, mediante las actividades económicas llevadas a cabo por empresas, trabajadores, vendedores, consumidores y otras entidades que participan en el sector alimentario (Ballou, 2004).

Residuos son la materia sólida, líquida o gaseosa que pierde su valor desde la perspectiva del propietario, o bien, es la materia que el propietario descarta o desea desechar. Existe una amplia variedad de residuos, clasificados por su estructura y composición. A medida que aparecieron las innovaciones tecnológicas, también surgieron nuevas categorías de residuos, mientras las existentes adoptaron nuevas características. Los residuos alimentarios pueden ser considerados los primeros residuos derivados de la actividad humana (Lara, 2003).

Lewis *et al.* (2017) determinan a los residuos alimentarios como la proporción de los alimentos que el humano no puede comer o ingerir, y que al perder cualidades serán desechados. Sin embargo, para los autores, los residuos pueden convertirse en productos útiles (Lewis *et al.*, 2017). También los residuos alimentarios pueden considerarse como un sinónimo del desaprovechamiento de los recursos para su producción, estos alimentos, producidos en óptimas condiciones para el consumo humano, se convierten en residuos en el momento que el consumidor justifica la acción de deshacerse de ellos, total o parcialmente (Garske *et al.*, 2020).

Los residuos de alimentos pueden considerarse como el reflejo del comportamiento de la humanidad y no como el reflejo de la calidad de los alimentos. La civilización evolucionó a través de la creación de cadenas de

suministros donde el comportamiento del consumidor final determina si el producto se aprovecha o se transforma en residuo (Parfitt *et al.*, 2010).

La presente investigación define a los residuos alimentarios (RA) como la proporción o totalidad de los productos elaborados para satisfacer la necesidad alimentaria del ser humano, que por decisión del propietario final se desechan o desperdician antes, durante o después del consumo. Esta decisión se halla en función de las preferencias, y en función de las cualidades, características y estado del producto, así como de la educación del propietario. La cuantificación de los residuos alimentarios es la cantidad (media en kilogramos) de alimentos crudos, cocinados y caducados desaprovechados o desperdiciados en los hogares del municipio de Tenancingo. La cantidad de RA comprende las partes de los alimentos consideradas por la cultura local como comestibles y no comestibles.

Los residuos alimentarios y la economía circular

El sector industrial enfocado en la alimentación ha evolucionado a través del tiempo en función de las nuevas tecnologías y en función de las decisiones y preferencias del ser humano (consumidor). Dicho sector tiene una historia de “éxito” bajo una economía lineal, la cual consiste en la explotación de los recursos para la elaboración de productos que satisfacen las necesidades. No obstante, su linealidad dio origen a materiales contaminantes (residuos, desechos, basura).

El término de economía circular surgió del estudio de las interacciones entre la economía y el medioambiente, y consiste en asignar un valor a los recursos, materias primas y productos durante el mayor tiempo posible, con el propósito de disminuir la cantidad de residuos generados en la producción de bienes y servicios. Además, impulsa el desarrollo de sistemas para el aprovechamiento y reutilización de los residuos, convirtiéndolos en recursos o materia prima para la elaboración de nuevos productos. En otras palabras, este término propone una reestructuración de la economía lineal, modificando la forma en que se gestionan, se producen y se consumen los recursos, así como en la forma de manejarlos y aprovecharlos. Es evidente que, desde la perspectiva de la economía circular, los residuos alimentarios son recursos valiosos que pueden ser reintegrados y aprovechados en nuevos procesos productivos (Ellen MacArthur Fundación, 2012).

La economía circular es un término prometedor para estudiar la problemática de los residuos alimentarios. Diversos estudios han analizado la relación de la economía circular con el sector alimentario, sobre todo con la gestión de los residuos que produce. Ghisellini *et al.* (2016) analizan la aplicación de los principios de la economía circular en la cadena de suministro alimentaria, recalcando la importancia de la colaboración entre las diferentes entidades de la cadena para la implementación de estrategias, como el compostaje, la bioenergía y el biogás (Ghisellini *et al.*, 2016).

Aldaco *et al.* (2020) mencionan la importancia de la valorización de los residuos agrícolas, como las semillas, las mermas y las cáscaras, para la generación de productos secundarios o para la creación de nuevas materias primas. Por otro lado, (Kazancoglu *et al.*, 2022) analizan las estrategias de la economía circular para la reducción del desperdicio de alimentos en el eslabón de venta (supermercados). Proponen medidas como la optimización de inventarios, la donación de los alimentos no vendidos y la implementación de tecnologías para el monitoreo del tiempo de vida los alimentos (Ochoa,2020).

En Malasia se realizó un estudio que analiza el comportamiento del desperdicio de alimentos en los hogares del Valle de Klang y su potencial en la economía circular. El estudio describe que la problemática radica en diferentes etapas; desde la compra, el almacenamiento, la preparación, hasta el consumo final. En sus resultados se identifican varios factores que influyen en la generación de residuos alimentarios, como la falta de conciencia, la no planificación de las compras, malas prácticas de almacenamiento y la preferencia por alimentos frescos o con buena imagen mercadológica (Zailin *et al.*, 2023).

García y Rodríguez (2018) estudian el desperdicio de alimentos en México y su relación con los principios de la economía circular. Su objetivo es analizar las causas y consecuencias del desperdicio de alimentos en el país, así como proponer estrategias para reducirlo y promover prácticas más sostenibles. Como resultado, se identificaron factores que influyen en la generación de los residuos como la falta de infraestructura, la cadena de suministro ineficiente, la preferencia por productos estéticamente perfectos y la falta de conciencia de los actores (García y Rodríguez, 2018).

Los estudios sobre la problemática aumentan, sin embargo, a nivel local. En el municipio de Tenancingo, por ejemplo, no existen datos y estudios específicos sobre la problemática y cuantificación de los residuos alimentarios. Esta escasez evidencia la necesidad de fortalecer la gestión, control y registro de los residuos alimentarios generados a nivel local.

Metodología para la cuantificación de los residuos alimentarios

La cuantificación de los residuos alimentarios es un gran desafío debido a la variedad de metodologías. El diseño de la metodología para la cuantificación de residuos alimentarios en el municipio de Tenancingo parte del análisis previo del catálogo de metodologías existentes, tanto a nivel internacional como a nivel nacional. Este análisis facultó a la investigación para recopilar los elementos compatibles con la realidad y con las características del municipio. El enfoque metodológico se basó en una combinación de técnicas cualitativas para obtener datos precisos y confiables. Los elementos seleccionados para la metodología se ajustaron y adaptaron a los recursos disponibles para realizar el estudio.

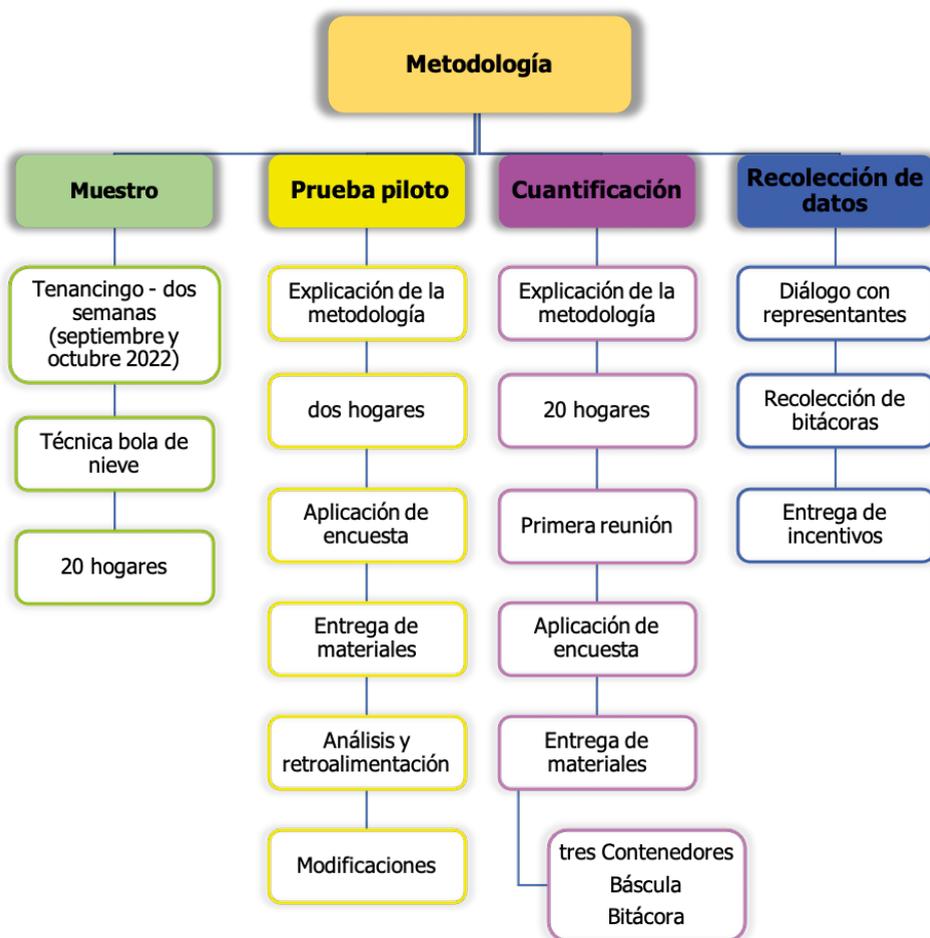
La FAO propone una de las metodologías más utilizadas para la cuantificación de estos residuos, la cual consiste en el análisis de la composición y el peso de los residuos generados en diferentes etapas de la cadena del sector alimentario. Esta metodología se complementa con herramientas tecnológicas, como aplicaciones móviles, formularios digitales y sistemas de monitoreo, que permiten la recolección de datos en tiempo real y la visualización de información detallada sobre la cantidad y el tipo de RA generados. Sin embargo, esta metodología tiene desventajas como la subjetividad en la clasificación (pues suele tener un gran número de categorías, lo que provoca dificultad y requiere más tiempo para que la muestra registre los residuos), limitaciones en la representatividad (no tener un control o registro de la muestra puede limitar su representatividad o significancia), costos y recursos necesarios (esta metodología suele estar enfocada en estudios a grandes escalas, lo que implica un mayor consumo de tiempo, recursos humanos y financieros) (FAO, 2019).

Otro método utilizado para la cuantificación es el propuesto por la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), consiste en medir la cantidad de alimentos que se desperdician en la producción, en la distribución y en el consumo, además analiza los motivos por los cuales se generan estos residuos. La desventaja está en la dificultad de obtener datos precisos debido a la falta de sistemas de monitoreo eficientes, y sobre todo por la complejidad de analizar íntegramente los residuos generados en toda la cadena de suministros (CEPAL, 2019).

Es importante considerar la forma en que se miden y clasifican los residuos alimentarios generados. Se pueden utilizar diferentes métodos de muestreo y estimación, como el pesaje directo de los residuos, encuestas, análisis de datos existentes o análisis de datos de consumo y producción, entre otras formas.

La metodología de este estudio consiste básicamente en realizar un análisis descriptivo de los residuos alimentarios en una muestra de hogares del municipio de Tenancingo, que corresponde al consumidor final, el último eslabón de la cadena de suministros. Se utilizaron contenedores, básculas y bitácoras para registrar la cantidad de residuos alimentarios generados en dos semanas seleccionadas. Con el objetivo de identificar el promedio de residuos alimentarios generados semanalmente, además se identificaron los lugares donde desechan los residuos. Se realizó un cuestionario, el cual tiene la finalidad de recopilar información sociodemográfica de los hogares participantes, así como información relacionada con los residuos alimentarios en sus hogares. La metodología diseñada está integrada por cuatro fases, para lograr el objetivo de la investigación: muestreo, prueba piloto, cuantificación y recolección de datos (véase diagrama 1).

Diagrama 1. Metodología propuesta para la cuantificación de los residuos alimentarios generados de los hogares de Tenancingo



Fuente: Elaboración propia.

En la primera fase se define y describe el periodo de tiempo y el espacio de estudio en que fue aplicada la metodología. El espacio de estudio es el municipio de Tenancingo, el cual está integrado por una población de 104677 habitantes, 2558 hogares habitados y 61 localidades. Es importante mencionar que sólo la colonia centro de Tenancingo se considera una localidad semiurbana; el resto aún pertenece al segmento de comunidades rurales. El periodo de tiempo en que se realizó la metodología comprende septiembre y octubre de 2022, y se generaron datos de una semana por cada mes (INEGI, 2020).

El muestreo es no probabilístico y se obtuvo mediante la técnica bola de nieve. Esta técnica es muy utilizada en estudios de investigación social, ya que permite acceder a participantes que suelen ser no identificables o no accesibles mediante otros métodos de muestreo. Nuestro muestreo se basa en que las personas conocen o comunican a otras personas el objetivo de la investigación, quienes por lo regular personas comparten características, pertenecen a la misma comunidad o tienen curiosidad sobre la problemática (Baltar y Gorjup, 2012). A través de este proceso de recomendaciones sucesivas, se logró tener una participación de 20 hogares del municipio para cuantificar los residuos alimentarios que generan en sus hogares, los hogares se localizaban tanto en la zona semiurbana como en zonas rurales. Es importante mencionar que el tamaño de la muestra de 20 hogares se determinó en función del tiempo y recursos disponibles para el desarrollo del estudio (véase diagrama 1).

La prueba piloto se realizó con la participación de dos hogares. El objetivo principal de la prueba fue identificar errores en la encuesta y errores en la fase de cuantificación (materiales y bitácora), con el propósito de realizar modificaciones y perfeccionar estos instrumentos antes de implementarlos a toda la muestra.

Primero se aplicaron las encuestas diseñadas para recopilar datos sociodemográficos e información general sobre residuos alimentarios de los hogares, se registraron las respuestas, y se evaluó la claridad y la comprensión de las preguntas por parte de los participantes. Se realizaron ajustes en la encuesta y se definieron instrucciones más precisas para responderla. El ajuste permitió asegurar la calidad de los datos recopilados, así como garantizar que la encuesta utilizada sea adecuada y precisa para el estudio.

También, durante la prueba piloto, se proporcionaron a los dos hogares seleccionados los materiales que consisten en tres contenedores, una báscula y una bitácora, con el fin de cuantificar los residuos generados durante la semana de prueba. A partir de los resultados obtenidos y del diálogo con los participantes, se realizaron modificaciones, tales como rediseñar el etiquetado de los contenedores para una mejor identificación de los tipos de residuos (crudos, cocinados, caducados), rediseñar la imagen de la bitácora para que resulte más atractiva, además de programar las básculas para restar automáticamente el peso de los contenedores. Finalizada la prueba piloto y realizadas las adecuaciones necesarias, se consideró que se habían establecido las bases para la implementación de la metodología en los 20 hogares (véase diagrama 1).

Posteriormente, se inició con la tercera fase de la metodología, la cual demanda más tiempo, más esfuerzo y mayor contacto directo con los participantes. Estas características la convierten en la fase central del trabajo de campo. Con la muestra ya definida, se estableció un diálogo cercano con

las personas responsables de gestionar los residuos alimentarios en cada uno de los hogares, a quienes se les denominó “representantes del hogar”.

Cada hogar tiene características únicas, razón por la cual, así como por motivos de tiempo y disponibilidad, fue necesario reunirse individualmente con cada uno de los representantes. En estas primeras reuniones, mediante un diálogo común se compartió, a los representantes y a algunos miembros de los hogares, los objetivos de la investigación y datos relevantes de la problemática de los residuos alimentarios en todos los niveles, pero destacando la ausencia de estudios e información en Tenancingo.

Estas reuniones brindaron la oportunidad de interactuar con el núcleo familiar, lo cual permite personalizar el diálogo, interactuar con cada uno de los representantes y crear un ambiente de confianza, para que los representantes se sintieran cómodos de compartir información precisa, de resolver dudas y de solicitar asistencia a lo largo de la fase de cuantificación. Además, durante estas primeras reuniones, se intercambiaron los datos de contacto entre el investigador y los representantes, con el objetivo de contar con una comunicación fluida.

Después de establecer este primer acercamiento, se procedió a aplicar la encuesta diseñada específicamente para obtener datos sociodemográficos y para conocer la opinión de los participantes sobre la problemática de los RA. La encuesta incluyó preguntas relacionadas con la cantidad de residuos que creen que generan, con sus prácticas de gestión de los residuos en su hogar, con la conciencia sobre el impacto ambiental y con su papel en la problemática a nivel local.

La aplicación de la encuesta se realizó en un ambiente amigable y respetuoso, que fomenta la participación abierta de los representantes, algunos de los cuales expresaron preocupación por su imagen y el anonimato de su participación. Se les aseguró que su participación sería anónima y los resultados de su participación con fines científicos. Los datos obtenidos de este instrumento permitieron detectar las percepciones, actitudes y prácticas de los participantes en relación con los RA. Estos datos son fundamentales para comprender la problemática en el contexto local.

En la segunda reunión con los representantes, se les indicó la fecha de inicio y la fecha de finalización de la cuantificación. Además, se explicaron una serie de instrucciones para el manejo adecuado de los materiales. Se les proporcionó un ejemplo visual de cómo se deben separar los residuos en los contenedores correspondientes y con fotografías se les explicó detalladamente qué tipo de desperdicios deben ser depositados en cada contenedor. Además, se les recordó la importancia de no mezclar los diferentes tipos de residuos, ya que esto facilita su pesaje y su registro en la bitácora.

Se entregaron tres contenedores reciclados de plástico (frascos de mayonesa de presentaciones de 3.4 kg). La clasificación de los residuos alimentarios se dividió en tres tipos o categorías (A, B y C), con el objetivo generar datos más precisos y eficientes para identificar y analizar patrones en los residuos alimentarios generados en los hogares. La justificación para la clasificación en tres categorías radica en su capacidad para proporcionar un análisis más preciso y detallado de la generación de residuos alimentarios. Esta metodología permite capturar los diferentes momentos en que alimentos se convierten en residuos, desde su estado original hasta su estado final de descomposición.

La letra A fue asignada al primer contenedor y representa los residuos alimentarios crudos, es decir, aquellos que no han pasado por procesos de cocción o transformación de su materia. Por su parte, la letra B se utilizó en el segundo contenedor, designado para los residuos alimentarios que han sido sometidos a un proceso de cocción. Por último, el contenedor C se reservó para los residuos caducados, es decir, aquellos alimentos o fragmentos de alimentos que han superado su tiempo de vida útil o están en estado de descomposición.

Desde el enfoque de la economía circular, la clasificación en tres categorías permite un análisis más profundo de los costos y beneficios asociados con la gestión de residuos. Los residuos crudos podrían ser más adecuados para el compostaje, mientras que los residuos cocinados podrían destinarse a la producción de biogás o para la alimentación de animales. Por otro lado, los residuos caducados plantean retos específicos debido a su potencial impacto ambiental y de salud. Esta clasificación se alinea con los principios de la economía circular al enfocarse en la valorización y reutilización de los recursos, lo que es esencial para reducir el desperdicio y promover la sostenibilidad.

Es importante destacar que esta clasificación también facilita, a los representantes de los hogares, la tarea de cuantificar los residuos, con la finalidad de no generar complicaciones al momento de clasificar. Por este motivo, se optó por una clasificación sencilla y práctica, adaptada al tiempo de los participantes y con la finalidad de fomentar la participación constante de los 20 representantes.

Posteriormente, se realizó la entrega y explicación del uso de la báscula para llevar a cabo el pesaje de los residuos. Las básculas digitales fueron programadas específicamente para medir en gramos y de manera que no integraran el peso de los contenedores en el resultado. El uso de esta herramienta facilita el registro sistemático de los datos y con el objetivo de que sean datos precisos, reproducibles y cuantificables.

Se procedió a entregar la bitácora, una herramienta fundamental en el proceso de cuantificación, y la cual se diseñó con el objetivo de facilitar

su llenado, pues su estructura se basa en la simplicidad y en una imagen llamativa. Se solicitó a los representantes que registraran el peso de cada contenedor diariamente durante dos semanas (una en septiembre y otra en octubre de 2022). Además, la bitácora cuenta con un apartado específico para registrar el destino final de los residuos. También incluye un espacio adicional para observaciones y comentarios relevantes durante el ejercicio, el cual permite recopilar información cualitativa, así como experiencias personales, dificultades o sugerencias.

Una vez terminada la semana del ejercicio, se procedió a recoger y recopilar las bitácoras de los 20 representantes. En esta fase, se llevó a cabo un diálogo con los representantes, con el objetivo de identificar posibles errores o inconsistencias en los contenedores, basculas o en las bitácoras. Esta interacción fue de gran importancia para asegurar la calidad de los datos recopilados y obtener una perspectiva de la muestra en relación con la problemática. Para mantener el compromiso y la participación de los participantes, se implementó una estrategia clave, la cual consistió en la entrega de incentivos al finalizar ejercicio de cada semana. Estos incentivos fueron seleccionados cuidadosamente, teniendo en cuenta la cultura y tradición mexicana.

Una vez recopiladas las bitácoras, se procedió al análisis estadístico descriptivo de los datos obtenidos. Este análisis permitió obtener una estimación de la cantidad generada, el tipo de residuos y su destino final, así como identificar tendencias o cambios relevantes durante el ejercicio. Los datos recopilados en las bitácoras y su análisis es la base fundamental para la discusión de los resultados obtenidos en el trabajo de campo de la investigación.

Resultados

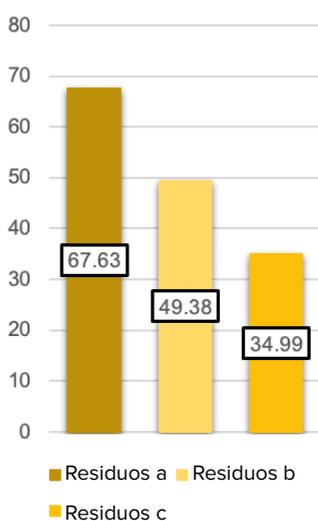
En este apartado se presentan los resultados derivados de la aplicación de la metodología para la cuantificación de los RA descrita anteriormente. Se pueden obtener múltiples datos relevantes de la recolección y análisis de las bitácoras, por lo que en este apartado se exponen y analizan la cantidad promedio generada semanalmente, la clasificación de los residuos (A, B, C) que más se desperdicia y el destino final de los residuos.

Los datos revelan una variación significativa en la cantidad de RA generados en cada uno de los hogares, además de que se pueden observar diferentes prácticas de consumo de alimentos y diferentes formas de gestionar los residuos. Cuantificar los residuos genera datos e información que permiten analizar la posible revalorización de los residuos alimentarios de Tenancingo, además de aprender cómo se puede minimizar la cantidad generada y cómo impulsar la reutilización o reciclaje de estos.

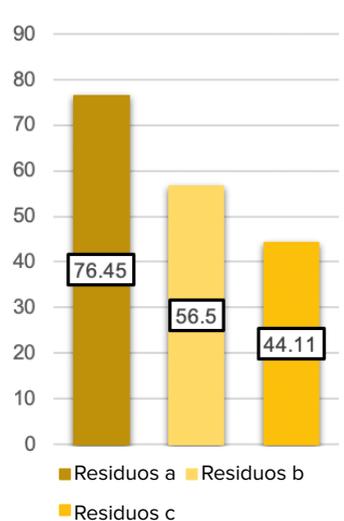
El promedio de habitantes por hogar se encuentra entre cuatro y cinco personas. En la semana 1 (S1) se registró que la muestra de 20 hogares generó una cantidad total de 152 kg de residuos alimentarios, un promedio de 8.44 kg por hogar. En la semana 2 (S2) se registró una cantidad total de 177 kg, con un promedio de 8.85 kg por hogar. Estos resultados proporcionan una estimación de la cantidad de RA que se generan semanalmente en los hogares del municipio y son fundamentales para comprender la magnitud de la problemática y sus posibles consecuencias ambientales, económicas y sociales.

Retomando que la clasificación propuesta en la metodología se divide en tres categorías: a) Residuos crudos, b) Residuos cocinados y c) Residuos caducados. En la S1 se generaron 67.63 kg de residuos a, lo que representa el 44.5% del total de los residuos. Por otra parte, se generaron 49.38 kg de los residuos b, los cuales ocupan el 32.48%. Por último, los residuos c alcanzaron una suma de 34.99 kg, lo que representa un 23.02% del total (véase gráfica 1). Durante la S2, se generaron 76.45 kg de los residuos a, lo que representa un 43.17% de los 177 kg de RA. Se cuantificaron 56.5 kg de los residuos b, que ocupan un 31.92%. De los residuos c se generaron 44.11 kg, que representa un 24.91% (véase gráfica 2).

Gráfica 1. Cantidad de RA semana 1



Gráfica 2. Cantidad de RA semana 2

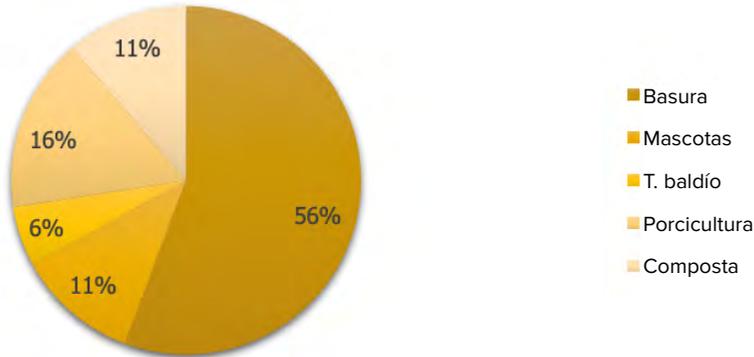


Fuente: Elaboración propia.

En S1 los resultados sobre el destino final de los residuos muestran que el 56% de los hogares participantes toman la decisión de desechar los residuos en el sistema de recolección de basura del municipio. Por otro lado, un 16% de la muestra destina sus residuos a la porcicultura local (alimentación y comercialización de cerdos). Continuando con los

datos, un 11% los utiliza para la alimentación de sus mascotas, otro 11% para prácticas relacionadas con el compostaje y el 6% restante lo arrojaron a terrenos baldíos (gráfica 3).

Gráfica 3. Destino final de los RA semana 1

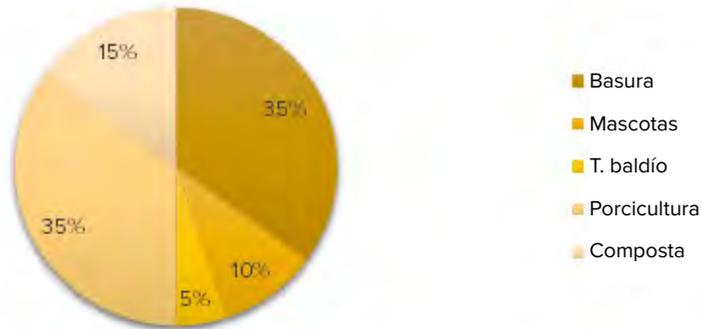


Fuente: Elaboración propia.

Los resultados de la semana 2 muestran un cambio relativamente significativo en el destino final de los residuos. Aun manteniéndose como uno de los principales destinos está el sistema de recolección de basura, pero esta vez sólo un 35% mantuvo ese destino, lo que representó un 21% menos que la S1. En la S2, el 35% de los RA se destinaron a la porcicultura, un 19% más respecto a la S1. Para actividades relacionadas con el compostaje en la S2 se destinó el 15%, un 4% más en comparación con la S1. Por un 1% de diferencia entre la S1 y la S2 están los residuos destinados para la alimentación de mascotas con un 10%. Finalmente, en la S2 el 5% de los residuos se desechó en terrenos baldíos, un 1% menos que la S1 (véase gráfica 4). En la recolección de los datos de esta semana, los representantes manifestaron interés en implementar cambios en el destino final de los residuos. Ellos compartían la anécdota de que al terminar la primera semana se dieron cuenta del volumen que realmente ocupan los residuos alimentarios cuando se separan del resto de residuos sólidos, lo cual llevó a que los participantes cambiaran sus hábitos y reajustaran el destino final de los RA. Se observó que los participantes se dieran cuenta de que los residuos pueden ser aprovechados, ya sea en el compostaje o como alimento para animales.

La interacción directa con los hogares participantes en esta investigación permitió obtener importantes resultados cualitativos que complementan el análisis de la problemática de los residuos alimentarios en Tenancingo. A través de encuestas, observaciones y diálogos abiertos con los representantes, se logró identificar sus experiencias, percepciones y actitudes hacia la gestión de los RA.

Gráfica 4. Destino final de los RA semana 2



Fuente: Elaboración propia.

Durante la fase de recolección de datos, fue el momento oportuno para dialogar con los representantes de los hogares participantes, lo que permitió una interacción directa con ellos. Estas conversaciones revelaron interesantes perspectivas y experiencias relacionadas con la metodología. Por ejemplo, un representante mencionó: “Cuando vi la cantidad de comida que estábamos tirando, me di cuenta de que necesitábamos dejar de hacerlo o mínimo bajarle, empecé a preguntar a los vecinos si tenían alguna mascota, entonces uno de ellos, mi primo, me dijo que mi tío, su papá, estaba engordando puercos. Quedamos que pasarían cada tercer día por el desperdicio”.

Otro representante expresó: “Me sorprendió saber cuánta comida terminaba en la basura, estoy tirando dinero, tengo la costumbre de cocinar más por si llega mi mamá o mi esposo trae a alguien. Dije voy a hacer composta, pero no sé cómo se hace y sólo tire los residuos crudos, las cáscaras y eso, en las masetas”. Un representante expresó un aspecto importante de por qué gran parte de la sociedad no realiza la separación de los residuos:

Al principio, no tenía idea de cuánto desperdicio hago, te dije que 3 kg a la semana y no es así, vi los botes llenos y no quería tirarlos la basura. Mi hijo me dijo: “pues júntalos aparte en una bolsa y se los entregas a la basura, van aparte y estás ayudando”. El martes pasó la basura, yo estaba cocinado y mi hijo fue a tirar toda la basura, incluyendo la bolsa de desperdicio, al regresar mi hijo me dijo que no sirvió de nada apartar el desperdicio, que el señor de la basura echó todo junto, con otras palabras lo dijo. Ya mejor preguntamos y conocí a un señor que pasa en su triciclo y lleva los desperdicios para alimento de sus puercos, después de unos días el señor me empezó a dejar un bote y ahí los comencé a echar.

Estos diálogos reflejan la importancia de la concientización para prácticas más sostenibles en la gestión de los residuos alimentarios, así como la

disposición de los participantes para buscar soluciones. Asimismo, se refleja que el sistema de recolección de basura no separa los RA del resto.

En estos diálogos se observa un resultado significativo, ya que los participantes hicieron conciencia de la cantidad real de residuos que generaban y algunos hogares decidieron cambiar sus prácticas y buscar nuevas alternativas para su aprovechamiento: alternativas relacionadas con el compostaje, entregar a familias dedicadas a la porcicultura, compartir alimentos con familiares, entre otros. La metodología utilizada en este estudio se convirtió en un medio efectivo para que los participantes reconocieran el impacto que tienen los RA en la sociedad. De igual forma, perciben su papel como generadores de RA. Al cuantificar los RA se percataron de la cantidad de residuos generados, y los participantes tomaron conciencia de su responsabilidad individual y colectiva. Asimismo, se dieron cuenta cómo es que sus actividades generan diferentes problemáticas económicas, sociales y ambientales.

Discusión

La ética de producción y consumo de los alimentos del ser humano dificulta solucionar la problemática sobre los residuos alimentarios. La sociedad moderna ha adoptado filosofías y comportamientos que no analiza, no razona y no cuestiona sus posibles consecuencias. La sociedad moderna sabe que tienen obligaciones morales con el medioambiente, pero sus acciones y actividades son inconscientes. En otras palabras, la sociedad cree que es malo causar daño al medioambiente pero su pésima ética lo está dañando.

Ahora bien, obtuvimos datos precisos y significativos sobre la cantidad de residuos alimentarios generados en los 20 hogares de la muestra durante el ejercicio. Estos datos proporcionan una estimación cuantitativa de la magnitud de la problemática en Tenancingo. Es importante destacar que estos resultados difieren significativamente del promedio estimado por la FAO, la cual estima que en los hogares se generan en promedio, aproximadamente, 74 kg de residuos alimentarios al año. Una simple estimación con los datos encontrados en esta investigación, con un promedio de 8.6 kg/semana, nos dice que aproximadamente se generarían 449.5 kg en los hogares en un año. Esta discrepancia puede ser atribuida a diversos factores, como las prácticas culturales y las condiciones socioeconómicas particulares de la muestra.

Muchos estudios previos han utilizado metodologías para la cuantificación de residuos alimentarios en diferentes contextos, principalmente dos tipos de estudios realizados por organismos internacionales (FAO, UE y la CEPAL). El primer tipo utiliza metodologías basadas en la recolección y el pesaje de los residuos generados, si bien tales estudios proporcionan datos cuantitativos, no suelen considerar aspectos cualitativos ni aspectos socioeconómicos, y tampoco interactúan de manera directa con la participación de la muestra.

El segundo tipo de estudio es el más utilizado para la investigación, pues utiliza metodologías basadas en la creación y aplicación de encuestas o cuestionarios para investigar los datos y comportamientos de los hogares en relación con el desperdicio de alimentos. Estas encuestas suelen incluir preguntas sobre hábitos de compra, preparación de alimentos y manejo de residuos. Aunque proporcionan información, pueden estar sujetas a sesgos de respuesta y no permiten una cuantificación precisa de los residuos generados. Un ejemplo de esto es la discrepancia que se observa en los resultados, pues una vez aplicada la metodología propuesta, las respuestas de las encuestas difieren de los resultados de la cuantificación.

La metodología propuesta en esta investigación integra la cuantificación con las encuestas, el pesaje, el registro y los diálogos con la muestra, herramientas seleccionadas con el objetivo de generar confianza, seguridad y curiosidad en los participantes, y poder obtener datos e información más completa.

Es interesante destacar que la interacción de los representantes con la metodología implementada generó reflexiones éticas y filosóficas sobre el desperdicio de alimentos y su impacto no sólo en el medioambiente sino también en su entorno económico y en su entorno social. Los participantes se percataron de la importancia de reducir el desperdicio de alimentos y la importancia de buscar alternativas sostenibles para su gestión. Este cambio de conciencia refleja la influencia de la experiencia y la práctica de la metodología en la modificación de comportamientos arraigados.

El impacto positivo de la metodología en los hogares participantes se observó cuando un porcentaje de los representantes modificó el destino final de sus residuos tras experimentar y observar cómo se veían sus residuos alimentarios separados y pesados. Esto les reveló la cantidad real de desperdicio de alimentos que generan.

Los resultados obtenidos muestran cambios significativos en el destino final de los residuos alimentarios entre la primera y segunda semana de estudio. En la primera semana, un mayor porcentaje (56 %) de los hogares participantes optaron por desechar los residuos en el sistema de recolección de basura; mientras que, en la segunda semana, tras experimentar y poner en práctica la metodología de cuantificación, se observó un cambio. Un porcentaje significativo (21%) de los hogares modificó sus prácticas y comenzó a dirigir sus residuos hacia actividades o sectores donde pueden ser aprovechados.

El cambio en el destino final de los residuos alimentarios se relaciona con los principios fundamentales de la economía circular. En lugar de simplemente desechar los residuos, los hogares demostraron conciencia y reflexionaron sobre la valorización y el potencial de los residuos. Este acontecimiento puede considerarse como un reflejo de la transición de un modelo lineal de producción y consumo hacia un modelo de enfoque circular.

Direccionar los residuos alimentarios hacia la economía circular contribuye a la creación de sistemas eficientes y sostenibles, donde los residuos se convierten en recursos o materias primas para nuevas cadenas de suministros (el compostaje, la alimentación animal, la producción de biogás, entre otras). Estas nuevas cadenas influyen positivamente y minimizan las consecuencias de la problemática.

Conclusiones

En este estudio, se ha llevado a cabo una investigación exhaustiva sobre la cuantificación de residuos alimentarios domésticos de Tenancingo. A partir de los resultados obtenidos, se han identificado patrones y datos significativos. La metodología utilizada en este estudio se diferencia de enfoques anteriores al combinar diálogos con la cuantificación de los residuos alimentarios generados en los hogares.

Los resultados derivados de la metodología permiten tener una visión de la magnitud de la problemática y contribuyen al conocimiento sobre el tema. Es importante mencionar que los resultados obtenidos en esta investigación difieren del promedio estimado por la FAO para los hogares en términos de generación de RA. Una simple estimación con los datos encontrados (un promedio de 8.6 kg/semana) nos diría que aproximadamente se generarían 449.5 kg al año en los hogares del municipio, cifra superior a lo que reporta la FAO.

Uno de los propósitos que tiene este tipo de estudios es crear estrategias para disminuir las problemáticas causadas por los RA. Pero para establecer cualquier estrategia se requiere que la población tome conciencia de la problemática. La metodología en esta investigación permitió a los participantes concientizarse sobre la cantidad de RA que generan, así como el uso que les podrían darles después. Los participantes implementaron, por ellos mismos, estrategias que encajan con los principios de la economía circular, acciones sin intervención alguna por parte del investigador.

La concientización no llevó a la disminución de la cantidad de RA, que sería el mejor escenario; en cambio, llevó a un cambio en el destino que los participantes le dieron a los RA, lo cual es un avance dentro de esta problemática a nivel local. Sin embargo, es necesario profundizar en metodologías que también lleven a la reducción de la cantidad generada en residuos alimentarios.

Referencias

R. Aldaco, D. Hoehn, J. Laso, M. Margallo, J. Ruiz-Salmón, J. Cristobal, R. Kahhat, P. Villanueva-Rey, A. Bala, L. Batlle-Bayer, P. Fullana-i-Palmer, A. Irabien, I. Vazquez-Rowe. (2020). Food waste management during the COVID-19 outbreak: a holistic climate, economic and nutritional approach. *Science*

- of The Total Environment, 742. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969720340468>.
- Ballou, R. (2004). *Logística administración de la cadena de suministro*. Pearson.
- Baltar, F., y Gorjup, M. (2012). Muestreo mixto online: una aplicación en poblaciones ocultas. *Intangible Capital*, 8(1). <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.3926/ic.294>.
- CCA (2019). *Por qué y cómo cuantificar la pérdida y el desperdicio de alimentos: guía práctica*. Comisión para la Cooperación Ambiental.
- CEPAL (2019). *Desperdicio de alimentos en América Latina y el Caribe*. CEPAL. https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/44480/4/S1900794_es.pdf.
- Ellen McArthur Foundation (2012). *Towards the Circular Economy: Economic and Business Rationale for an Accelerated Transition*. Ellen MacArthur Foundation. <https://ellenmacarthurfoundation.org/towards-the-circular-economy-vol-1-an-economic-and-business-rationale-for-an>.
- FAO (2013). *Food Wastage Footprint: Impacts on Natural Resources: Summary Report*. FAO.
- FAO (2019). *El estado mundial de la agricultura y la alimentación. Progresos en la lucha contra la pérdida y desperdicio de alimentos*. FAO.
- FAO (05 de 03 de 2023). *Food Loss and Waste Database*. FAO. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/CB>.
- Forbes, H., Quested, T., y O'Connor, C. (2021). *Informe sobre el índice de desperdicio de alimentos 2021*. ONU.
- Ganeshan, R., y Harrison, T. P. (1995). *An Introduction to Supply Chain Management*. Department of Management Sciences and Information Systems. (Opción sin enlace).
- Ganeshan, R., y Harrison, T. (1995). *An Introduction to Supply Chain Management*. Penn State University. https://gtl.csa.iisc.ac.in/scm/supply_chain_intro.html.
- García, M., y Rodríguez, A. (2018). Desperdicio de alimentos en México: una mirada desde la economía circular. *Revista Economía, Sociedad y Territorio*, 18. <https://est.cmq.edu.mx/index.php/est>.

Garske, B., Heyl, K., Ekardt, F., Weber, L., y Gradzka, W. (2020). Challenges of Food Waste Governance: An Assessment of European Legislation on Food Waste and Recommendations for Improvement by Economic Instruments. *Land*, 9(7). <https://doi.org/10.3390/land9070231>.

Ghisellini, P., Cialani, C., y Ulgiati, S. (2016). A review on circular economy: the expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. *Journal of Cleaner Production*, 114. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.09.007>.

Gustavsson, J., Cederberg, C., Sonesson, U., Van Otterdijk, R., y Meybeck, A. (2012). *Pérdidas y desperdicio de alimentos en el mundo – alcance, causas y prevención*. FAO.

INECC (2022). *México: Inventarios de gases y compuestos de efecto invernadero, 1990-2019*. Semarnat. https://unfccc.int/sites/default/files/resource/InventarioGEI_Mexico_1990_2019.pdf.

INEGI (2020). *Compendio de datos socio demográficos municipales*. https://inegi.org.mx/contenidos/programas/ccpv/2020/tabulados/cpv2020_b_mex_01_poblacion.xlsx.

Kazancoglu, I., Ozbiltekin-Pala, M., Kazancoglu, Y., et al. (2022). Food waste management in the retail sector: challenges that hinder transition to circular economy. *Journal of Material Cycles and Waste Management*. <https://doi.org/10.1007/s10163-022-01350-8>.

Lara, G. (2003). *Factores involucrados en el manejo de la basura doméstica por parte del ciudadano*. Universidad de Barcelona. <https://www.tdx.cat/handle/10803/2668>.

Lewis, H., Downes, J., Verghese, K., y Gordon, Y. (2017). *Food Waste Opportunities Within The Food Wholesale and Retail Sectors*. University of Technology Sydney. https://opus.lib.uts.edu.au/bitstream/10453/115674/1/Lewisetal2017EPA_Food_waste%20report_2017-08-23.pdf.

Ochoa Mendoza, Á. A. (2020). Desperdicio y pérdida de alimentos en las fases finales de la cadena de suministros alimentaria en la zona metropolitana de Guadalajara. Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social. <https://ciesas.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1015/1358/1/TE%20O.M.%202020%20Alvaro%20Antonio%20Ochoa%20Mendoza.pdf>.

Östergren, K., Gustavsson, J., Bos-Brouwers, H., Timmermans, T., Hansen, O. J., Møller, H., Anderson, G., O'Connor, C., Soethoudt, H., Quested, T., Easteal, S., Politano, A., Bellettato, C., Canali, M., Falasconi, L., Gaiani,

- S., Vittuari, M., Schneider, F., Moates, G., Waldron, K.. (2014). Definitional Framework for Food Waste. Fusions EU.
- Parfitt, J., Barthel, M., y Macnaughton, S. (2010). Food waste within food supply chains: quantification and potential for change to 2050. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 365(1554). <https://doi.org/10.1098/rstb.2010.0126>.
- Semarnat (2018). Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales [Base de Datos]. Informe del Medio Ambiente. <https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/gob-mx/publicaciones.html>.
- Semarnat (2020). *Diagnóstico básico para la gestión integral de los residuos*. Semarnat. <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/554385/DBGIR-15-mayo-2020.pdf>.
- Semarnat (2022). *Informe del medio ambiente*. <https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe18/tema/cap7.html>.
- Semarnat (2023). *Sistema Nacional de Información Ambiental y de Recursos Naturales*. <https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/sistema-nacional-de-informacion-ambiental-y-de-recursos-naturales>.
- SNIARN (2023). *Sistema Nacional de Información Ambiental y de Recursos Naturales*. <https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/sistema-nacional-de-informacion-ambiental-y-de-recursos-naturales>.
- Zailin, A., Siti, A., Noor, M., Zaini, S., Sufian, J., y Mohd, I. (2023). Household Food Waste Behavior in Klang Valley, Malaysia, and Its Potential in the Circular Economy. *MDPI Sustainability*, 15. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/su15129431>.

Evaluación de servicios educativos en la maestría en economía circular de la Universidad Tecnológica de Querétaro desde la perspectiva estudiantil

Lourdes Magdalena Peña Cheng*

Isela Prado Rebolledo**

Luis Gerardo Mendoza Araujo***

Clara Margarita Tinoco Navarro****

***ORCID:** <https://orcid.org/0000-0001-7527-0513>; **ResearchGate:** <https://www.researchgate.net/profile/Lourdes-Magdalena-Peña-Cheng>

Doctora en Gestión Tecnológica e Innovación. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores, Universidad Tecnológica de Querétaro, México.

****ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-3091-0983>; **ResearchGate:** <https://www.researchgate.net/profile/Isela-Rebolledo>

Doctora en Administración, Universidad Tecnológica de Querétaro, México.

*****ORCID:** <https://orcid.org/0000-0001-8453-6053>; **ResearchGate:** <https://www.researchgate.net/profile/Luis-Mendoza-88>

Maestro en Energías Renovables, Universidad Tecnológica de Querétaro, México.

******ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-0346-7517>;
ResearchGate: <https://www.researchgate.net/profile/Clara-Margarita-Navarro>

Maestra en Gestión Integrada de Cuentas.
Universidad Tecnológica de Querétaro,
México.



Resumen

La maestría en Economía Circular en la Universidad Tecnológica de Querétaro (UTEQ) es un programa de posgrado de reciente apertura, por lo que es de interés analizar y mejorar los servicios educativos ofrecidos a los estudiantes. La investigación incluyó a la primera y segunda generación de la maestría. El presente trabajo muestra los resultados del análisis de la percepción de los estudiantes respecto a su experiencia con los servicios educativos. Dicho análisis se generó a través de una metodología mixta; en la parte cuantitativa se usó una adecuación del instrumento desarrollado por Mapén *et al.* (2020), y para la cualitativa se usó la técnica de Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas (FODA). El instrumento cuantitativo utilizado obtuvo valores de índices de fiabilidad en 11 de las 12 dimensiones mayores a 0.700, lo que nos indica que la información obtenida es confiable. Además de esto, se identifican áreas de oportunidad en la dimensión de *organización académica*. El análisis de la información muestra una mejora significativa en la satisfacción en 11 de las 12 dimensiones analizadas, para el caso de la segunda generación. También se propone que los instrumentos continúen aplicándose a las próximas generaciones, a fin de identificar áreas de oportunidad en la mejora de los servicios educativos.

Palabras clave: *economía circular, maestría, satisfacción estudiantil.*

Introducción

Economía circular y formación de capital humano

Ante los incrementos en la demanda de recursos naturales y en la generación de residuos a consecuencia del estilo de vida actual, así como por la falta de un sistema adecuado de manejo, control de recursos y residuos, la economía circular ha cobrado importancia como estrategia de mitigación y adaptación al cambio climático (Centro de Estudios de las Finanzas Públicas [CEFP], 2022). Asimismo, coadyuva al logro de los objetivos de desarrollo sustentable

Abstract

The Master's Degree in Circular Economy at the Universidad Tecnológica de Querétaro (UTEQ) is a recently opened graduate program, so it is of interest to analyze and improve the educational services offered to students. The research included the first and second generations of the master's degree. This paper shows the results of the analysis of students' perception of their experience with educational services. This analysis was generated through a mixed methodology; in the quantitative part with an adaptation of the instrument developed by Mapén *et al.* (2020) and for the qualitative PART, the Strengths, Weaknesses, Opportunities, and Threats (SWOT) technique was used. The quantitative instrument used obtained reliability index values in 11 of the 12 dimensions greater than 0.700, which indicates that the information obtained is reliable, in addition to identifying areas of opportunity in the dimension of academic organization. The analysis of the information shows a significant improvement in satisfaction in 11 of the 12 dimensions analyzed, in the case of the second generation, and it is proposed that the instruments continue to be applied to the next generations to identify areas of opportunity in the improvement of educational services.

Keywords: *circular economy, master's degree, student satisfaction.*

(ODS): fin de la pobreza (ODS1), agua limpia y saneamiento (ODS6), energía asequible y no contaminante (ODS7), trabajo decente y crecimiento económico (ODS8), industria, innovación e infraestructura (ODS9), ciudades y comunidades sostenibles (ODS11), producción y consumo responsables (ODS12), acción por el clima (ODS13) y vida de ecosistemas terrestres (ODS15) (Gobierno del Estado de Querétaro, 2022).

La implementación de programas de economía circular se ha identificado como una necesidad para reducir la brecha con las generaciones futuras en materia de conservación de recursos (QroCircular, 2022). Los programas requieren el desarrollo de estrategias y acciones encaminadas a la mejora del entorno, pero, sobre todo, es indispensable el capital humano, con las capacidades para el diseño, aplicación y seguimiento de los programas.

Formación de capital humano en la educación superior

La formación del capital humano en los diferentes niveles educativos obedece a la búsqueda de soluciones innovadoras para la mejora en las condiciones de un país y demanda un sistema educativo de calidad, el cual es una de las herramientas fundamentales en las diferentes sociedades para el desarrollo y bienestar (Flores *et al.*, 2012).

En este tema, el Programa Sectorial de Educación 2020-2024 contempla como objetivos prioritarios el garantizar el derecho a una educación de excelencia, pertinente y relevante, y generar entornos favorables para el proceso de enseñanza-aprendizaje. Asimismo, puntualiza como una de las acciones, el incentivar la evaluación de programas de maestría con el propósito de formar personas con alto nivel académico, alta productividad, pertinencia y eficacia (Gobierno de México, 2020).

A fin de brindar opciones pertinentes y relevantes, y de generar entornos favorables de aprendizaje a nivel de educación superior en México, se han desarrollado diferentes modelos institucionales. Con base en la Ley General de Educación Superior (2021), en su artículo 7, se indica que “La educación superior fomentará el desarrollo humano integral del estudiante en la construcción de saberes...” y establece que para este efecto se basará, entre otros aspectos, en la formación del pensamiento crítico, la conciencia histórica, el sentido de pertenencia, el fortalecimiento del tejido social, la construcción de relaciones sociales, económicas y culturales basadas en la igualdad, el respeto y cuidado del medioambiente, la formación de habilidades digitales, el desarrollo de habilidades socioemocionales, y la generación y desarrollo de capacidades y habilidades profesionales para la resolución de problemas.

Una de las modalidades de Educación Superior en México son las Universidades Tecnológicas, cuyo subsistema se estableció en el periodo del presidente Ernesto Zedillo, como respuesta a la necesidad de las empresas

de contar con profesionistas formados para desarrollarse en mandos medios (UTEQ, s. f.).

Maestría en economía circular de la Universidad Tecnológica de Querétaro

La UTEQ es parte de la actual Dirección General de Universidades Tecnológicas y Politécnicas, y es la institución de educación superior (IES) en Querétaro que ocupa la segunda posición en el *ranking* de universidades, así como la número 55 a nivel nacional (Mextudia, 2023). La institución inició operaciones en 1994, con la oferta de programas de técnico superior universitario (TSU), mientras que en 2009 se incluyó la oferta de continuidad de estudios para lograr el título de ingeniero y lo más reciente es la apertura en estudios a nivel maestría (UTEQ, s. f.).

Si bien se establece en la Ley Orgánica 2011 de la UTEQ, en el artículo 5, fracción I, que entre otros tendrá como objeto:

Impartir educación superior en los niveles de técnico superior universitario, licenciatura y *posgrado*, con el objeto de preparar profesionales para la aplicación de conocimientos y la solución creativa de problemas con un sentido de innovación e incorporando avances científicos y tecnológicos en beneficio de los sectores públicos, privado y social.

En realidad, la apertura de la maestría en Economía Circular, fue reciente, en 2021. En este contexto, el desarrollo de nuevos programas educativos a nivel maestría, enfocados para satisfacer las necesidades y los retos de la sociedad e industria modernas, plantean nuevos desafíos para los docentes, así como para las universidades y los servicios que ofrecen.

El programa se oferta en modalidad escolarizada, con orientación profesional, enfocada a formar profesionales con las competencias que le permitan desarrollar actividades en su área profesional, adaptarse a nuevas situaciones, así como transferir, si es necesario, sus conocimientos, habilidades y actitudes a áreas profesionales próximas (Comité de Maestría en Economía Circular, 2020).

La maestría en Economía Circular consta de seis cuatrimestres. Los dos primeros incluyen cada uno cuatro asignaturas; en el primero, asignaturas del núcleo básico; y en el segundo, se adiciona una asignatura de especialidad; a partir del tercer cuatrimestre se imparten tres asignaturas, dos de especialidad y una optativa; y en el sexto se imparte la asignatura de seminario de titulación y se desarrolla el proceso de estadía. El programa de estudios contempla dos líneas terminales: la primera de diseño estratégico de proyectos para la economía circular y la segunda de gestión ambiental (Coordinación General de Universidades Tecnológicas y Politécnicas [CGUTYP], 2019).

La primera generación inició en mayo de 2021, y concluyó sus asignaturas en mayo de 2023; en primer cuatrimestre se matricularon 14 estudiantes, de los cuales 12 concluyeron el sexto cuatrimestre.

La segunda generación inició en mayo de 2022 y concluirá sus asignaturas en mayo de 2024; la generación inició con cinco estudiantes, los cuales concluyen el sexto cuatrimestre.

Calidad de los servicios educativos en la maestría en Economía Circular de la Universidad Tecnológica de Querétaro

Al ser la maestría en Economía Circular un programa educativo reciente, se reconoce la importancia de evaluarlo para mejorar el servicio.

La complejidad en los procesos de enseñanza-aprendizaje ha sido estudiada y analizada por diferentes autores. Sin embargo, el proceso educativo por competencias involucra elementos adicionales. Las universidades, además de contar con programas de contenidos temáticos pertinentes, vínculos a las necesidades actuales, temas innovadores en las diferentes asignaturas, técnicas de enseñanza y herramientas tecnológicas, deben de contar con diversos servicios de apoyo que faciliten el desarrollo de los estudiantes. Aunados a los programas de estudio, estrategias y herramientas docentes, los servicios educativos se convierten en piezas fundamentales para que los estudiantes puedan desarrollar todas las competencias que de ellos se esperan.

Estos servicios deben considerar el nivel educativo y sus necesidades particulares. Una causa identificada, que abona al rezago educativo, es la deficiencia en el funcionamiento cotidiano de las instituciones y los servicios que ofrecen. A menudo, la falta de reconocimiento por parte de alumnos y docentes, o bien deficiencias en las funciones de los servicios académicos ofertados por las instituciones, repercuten en la calidad de los procesos educativos (Manzo *et al.*, 2006; Mendoza, 2020).

Es importante reconocer la complejidad de conceptualizar la calidad educativa universitaria. Existen autores que la consideran un aspecto básico y facilitador de equidad, motivo por el cual el funcionamiento universitario debería ser orientado en función de las exigencias sociales, lo cual otorga pertinencia a la universidad para ser un elemento de transición a una sociedad basada en el desarrollo del conocimiento (Guerrero y Jiménez, 2022). No obstante hay otros autores que la identifican como un constructo dinámico, como lo indican Araica y Vargas (2020):

Calidad de la Educación Superior: es un constructo polisémico, constituido por un conjunto de rasgos intrínsecos y consustanciales, tales como: multidimensional, transversal, relativo, dinámico, comparable, aptitud para el uso y transformación; que se construye

socialmente, partiendo de la filosofía institucional (misión, visión, principios y valores), planes, funciones sustantivas y capacidades institucionales, para la mejora continua, el cumplimiento de estándares, el logro de aprendizajes significativos en la formación profesional y humanística, para la búsqueda de la excelencia; en función de satisfacer las expectativas de los actores sociales internos y externos (estudiantes, docentes, administrativos, empleadores y sociedad en general) comprometidos con la pertinencia, el desarrollo sostenible y la transformación tecnológica, productiva, política y social en la que interactúa, en cada momento histórico. (p. 12).

A partir de la concepción institucional de calidad educativa universitaria, sería posible evaluarla. Sin embargo, al igual que su conceptualización, la evaluación ha sido analizada y desarrollada desde diferentes metodologías. De acuerdo con Partal *et al.* (2022) dichas metodologías son:

- Estimaciones por agencias de acreditación
- *Rankings* universitarios de nivel mundial
- Modelos de medición de la calidad del servicio

Se reconoce la dificultad de implementar una metodología integral para la evaluación de la calidad educativa universitaria, dado que en las instituciones de educación superior existen limitaciones en diferentes ámbitos como: el acceso y disponibilidad de la información, la valoración del impacto en el entorno social, la consideración de los contextos locales y sociales de las universidades, la valoración de los criterios de pertinencia, la democratización, la equidad social o el desarrollo local.

En consecuencia, la evaluación de la calidad educativa universitaria requerirá de una adecuación, de acuerdo a las características propias de la Institución de Educación Superior en la que se realice y de los objetivos que sean de interés.

En la presente investigación se adecuó el instrumento de Mapén *et al.* (2020) a las características propias de la Universidad Tecnológica de Querétaro y a las del programa de maestría en Economía Circular.

El objetivo principal de esta investigación fue identificar áreas de oportunidad en la mejora de los servicios educativos brindados a los estudiantes de la maestría en Economía Circular. Con este fin, se desarrollan como objetivos particulares el analizar, desde la perspectiva estudiantil, la percepción respecto a la importancia y Nivel de satisfacción que los estudiantes de la primera y segunda generación de la maestría en Economía Circular de la UTEQ otorgan a los servicios educativos. Otro consiste en que, a través de un FODA, se analicen los aspectos cualitativos, percibidos por los estudiantes, que impactan en su proceso de enseñanza-aprendizaje.

Desarrollo

Metodología

El estudio fue de tipo descriptivo, no experimental (Hernández y Mendoza, 2018), sin manipulación deliberada de variables, con enfoque mixto. En la parte cuantitativa, se realizó una adecuación del instrumento desarrollado por Mapén *et al.* (2020), la cual se caracteriza por su énfasis en la medición, obtención, procesamiento y análisis de datos. Para la fase cualitativa, se utilizó una técnica FODA. La población objeto de estudio fueron los 17 estudiantes que cursaban la maestría en Economía Circular. En la fecha en que se aplicaron los instrumentos eran 12 estudiantes de la primera generación y cinco estudiantes de la segunda.

Al instrumento de Mapén *et al.* (2020) se le incluyeron dos dimensiones: *programa educativo y desarrollo de competencias*, con lo cual el instrumento alcanza un total de 64 ítems. Los ítems de las dos dimensiones adicionales se definieron a fin de incluir el aspecto de competencias, el cual es primordial en el modelo educativo de la UTEQ.

Cabe mencionar que el α de Cronbach obtenido en esta investigación fue muy similar al del estudio realizado por Mapén *et al.* (2020), en el que obtuvieron un valor de 0.935.

La aplicación del cuestionario personalizado fue a través de correo electrónico. El cuestionario está integrado por 64 ítems que incluyen 12 áreas o funciones de estudio de la universidad: ambiente educativo (17 ítems), organización académica (dos ítems), bienestar estudiantil (cuatro ítems), calidad administrativa (tres ítems), calidad docente (cinco ítems), infraestructura educativa (dos ítems), recursos para la investigación (cuatro ítems), servicios estudiantiles (cinco ítems), servicios informáticos (cuatro ítems), vinculación con la sociedad (cuatro ítems), programa educativo (cinco ítems) y desarrollo de competencias (nueve ítems).

En el instrumento se les indicó que marcaran con una “X” en las columnas de la derecha de acuerdo con las escalas establecidas: “Se les solicita que verifiquen que en cada enunciado deben contestar dos veces, ya que en una primera respuesta indicarán el nivel de satisfacción y del otro lado la importancia que le conceden a cada aspecto. La puntuación es de 1 a 5, siendo el número 1 la de menor satisfacción/importancia y el número 5 la de mayor satisfacción/importancia”. Esto se muestra en la *figura 1*.

Figura 1. Instrumento para metodología cuantitativa

AMBIENTE EDUCATIVO	SATISFACCIÓN					IMPORTANCIA				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1.-Capacidad de respuesta del personal a solicitudes.										

Fuente: Mapén *et al.* (2020).

En la técnica FODA, se indicó a los estudiantes que por cada cuadrante mencionaran dos características de los servicios educativos del programa, enfatizando que fortalezas y debilidades correspondían a aspectos internos, mientras que oportunidades y amenazas se referían a aspectos externos al programa.

Resultados y discusión

Los instrumentos fueron aplicados a 17 estudiantes de la maestría en Economía Circular en la UTEQ, que eran el 100% de la matrícula activa al momento de realizar la investigación. De estos, el 70.6% se encontraba matriculado en la primera generación y el 29.4% en la segunda generación. El promedio de edad de los estudiantes participantes en este estudio fue de 39.5 años, en un rango de 26 a 58 años. La distribución por género fue de 47.2% femenino y 52.9% masculino. Respecto al área de conocimiento de la formación de los estudiantes, el 82.4% cuenta con una formación en el área de ingeniería y desarrollo tecnológico y el 17.6% en el área de ciencias sociales. La distribución de los estudiantes, de acuerdo con la línea terminal de la maestría es: 35.3% en diseño estratégico de proyectos y 64.7% en gestión ambiental. Cabe mencionar que el 100% de los estudiantes trabaja y estudia.

Se analizó la confiabilidad del instrumento cuantitativo, calculando α de Cronbach y ω de McDonald, con la plataforma estadística libre y abierta; jamovi (The jamovi project, 2022; R Core Team, 2021; Revelle, 2019). En esta investigación, se obtuvieron valores del α de Cronbach de 0.957 y de ω de McDonald, 0.959, los cuales validan la confiabilidad del instrumento.

La confiabilidad es el grado en el que la aplicación repetida de un instrumento, al mismo sujeto, produce resultados iguales, consistentes y coherentes (Hernández y Mendoza, 2018).

El criterio establecido por diferentes autores (Oviedo y Campo, 2005; Barrios y Cosculluela, 2013, como se citó en Rodríguez y Reguant, 2020) consiste en que un valor del α de Cronbach entre 0.70 y 0.90 indica una buena consistencia interna para una escala unidimensional. El α de Cronbach aparece así, frecuentemente en la literatura, como una forma sencilla y confiable para la validación del constructo de una escala y como una medida que cuantifica la correlación existente entre los ítems que componen ésta (González y Pazmino, 2015).

La tabla 1 muestra el α de Cronbach y ω de McDonald para las doce dimensiones analizadas en el caso de importancia y satisfacción.

Tabla 1. Estadística de la confiabilidad de las dimensiones del instrumento

Identificación	Dimensión	α de Cronbach Importancia	ω de McDonald Importancia	α de Cronbach Satisfacción	ω de McDonald Satisfacción
AE	Ambiente educativo	0.834	0.859	0.900	0.908
OA	Organización académica	0.677	0.698	0.364	0.438
BE	Bienestar estudiantil	0.899	0.914	0.818	0.822
CA	Calidad administrativa	0.859	0.874	0.791	0.821
CD	Calidad docente	0.834	0.837	0.904	0.908
IE	Infraestructura educativa	0.709	0.725	0.876	0.878
RI	Recursos para la investigación	0.830	0.857	0.929	0.935
SE	Servicios estudiantiles	0.795	0.801	0.768	0.815
SI	Servicios informáticos	0.854	0.874	0.719	0.761
VS	Vinculación con la sociedad	0.847	0.866	0.814	0.834
PE	Programa educativo	0.963	0.976	0.782	0.808
DC	Desarrollo de competencias	0.950	0.956	0.964	0.966

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 1, se identifica que para 11 de las dimensiones analizadas, los valores de α de Cronbach y ω de McDonald se encuentran arriba de 0.700, por lo que es posible considerar fiable la información obtenida.

La dimensión *organización académica* es la única en la que los valores de α de Cronbach y ω de McDonald son menores a 0.700, resultado de que las respuestas de los estudiantes están muy dispersas. Lo anterior podría ser consecuencia de que ambas generaciones cursaron los cuatrimestres

recientes en una modalidad híbrida, debido a la pandemia de COVID-19 y a las adecuaciones emergentes en horarios y modalidades que se generaron por las obras públicas realizadas en las vías de comunicación principales de la ciudad de Querétaro. Lo anterior puede influenciar la percepción respecto a la manera de organizar el horario de las clases, que es uno de los rubros evaluados en esta dimensión, en particular porque la oferta original fue una modalidad presencial.

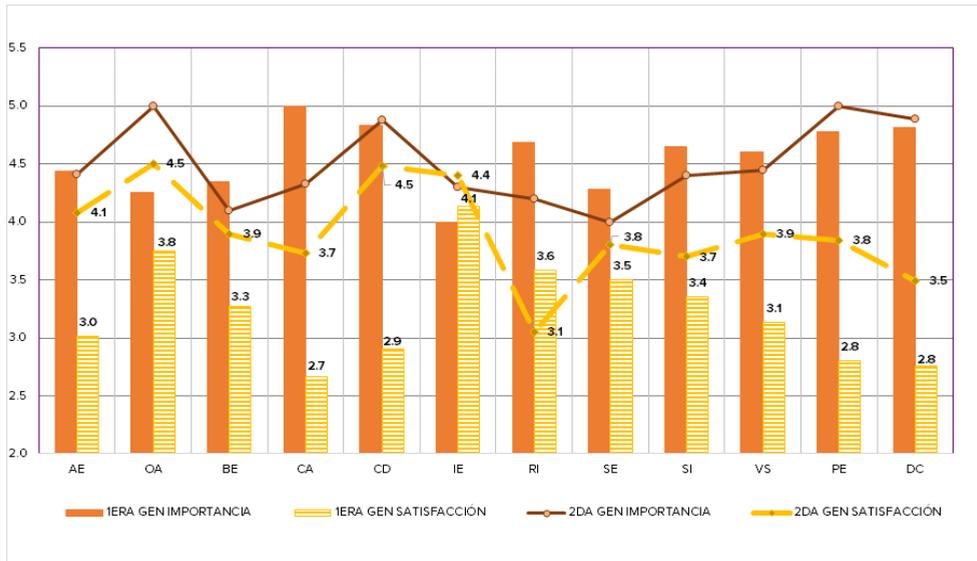
En la tabla 2 y la figura 2, se muestran los valores promedio de la percepción de los estudiantes de la primera y segunda generación, respecto a la satisfacción e importancia de las 12 dimensiones analizadas de los servicios educativos que reciben.

Tabla 2. Valores promedio de la percepción de los estudiantes respecto a la satisfacción e importancia de los servicios educativos que reciben

Dimensión	Primera generación		Segunda generación	
	Importancia	Satisfacción	Importancia	Satisfacción
Ambiente educativo	4.4	3.0	4.4	4.1
Organización académica	4.3	3.8	5.0	4.5
Bienestar estudiantil	4.4	3.3	4.1	3.9
Calidad administrativa	5.0	2.7	4.3	3.7
Calidad docente	4.8	2.9	4.9	4.5
Infraestructura educativa	4.0	4.1	4.3	4.4
Recursos para la investigación	4.7	3.6	4.2	3.1
Servicios estudiantiles	4.3	3.5	4.0	3.8
Servicios informáticos	4.7	3.4	4.4	3.7
Vinculación con la sociedad	4.6	3.1	4.5	3.9
Programa educativo	4.8	2.8	5.0	3.8
Desarrollo de competencias	4.8	2.8	4.9	3.5
Promedio	4.6	3.2	4.5	3.9

Fuente: Elaboración propia.

Figura 2. Valores promedio de la percepción de estudiantes respecto a la satisfacción e importancia de los servicios educativos que reciben



Fuente: Elaboración propia.

Nota. El gráfico muestra los valores de percepción de los estudiantes, respecto a los servicios educativos que reciben. Se diferencian los rubros de satisfacción e importancia, así como la generación en la que se encuentran matriculados.

Los resultados de los instrumentos aplicados muestran que, para ambas generaciones, la importancia tiene valores promedio más altos que la satisfacción en las 12 dimensiones analizadas excepto en *infraestructura educativa*. Asimismo, se observa que la valoración de la satisfacción por la segunda generación es más alta que la de la primera generación en las 12 dimensiones, excepto en *recursos para la investigación*.

La segunda dimensión que los estudiantes perciben como fortaleza es la *infraestructura educativa*. La universidad, a sus 29 años de fundación, se encuentra consolidada como la segunda oferta educativa a nivel superior en Querétaro (Mextudia, 2023). El rubro más significativo en esta dimensión fue el mobiliario de los salones de clase, probablemente a consecuencia de que los grupos de la maestría han usado para sus clases presenciales aulas del edificio PIDET, que es la infraestructura más reciente de la universidad y cuenta con mobiliario y diseño modernos.

En las dimensiones *ambiente educativo*, *calidad docente*, *vinculación con la sociedad* y *desarrollo de competencias*, se observa que la valoración de la importancia en ambas generaciones coincide. Sin embargo, la segunda generación expresó una satisfacción 22% mayor que la primera en la dimensión de *ambiente educativo*, por lo cual es el ítem con la mayor diferencia el de la idoneidad del método de evaluación (es decir, por exámenes, trabajos, proyectos, exposiciones, etc.). Esta información es validada al coincidir con el análisis FODA, en donde la dimensión se identifica como un área de oportunidad.

En la dimensión de *calidad docente*, la segunda generación expresó una satisfacción 32% mayor que la primera, y los ítems más significativos fueron la experiencia del personal docente y el sentido de la competencia, confianza y profesionalismo transmitidos por el profesor en las clases. Esto es congruente con lo identificado en el análisis FODA, donde se detectó como principal debilidad esta dimensión, dado que los estudiantes perciben una falta de personal especializado en temas de economía circular.

En el caso de *vinculación con la sociedad*, la segunda generación expresó una satisfacción mayor en un 22.34%, y el ítem con la mayor diferencia entre generaciones fue la sensación de que la recompensa que ganas es consistente con el esfuerzo puesto en el aprendizaje. Adicionalmente, en esta dimensión, en el análisis FODA, se identificó que falta fortalecer el vínculo con empresarios, estudiantes y sociedad en general. La necesidad de publicitar el programa en áreas empresariales, y donde se puedan relacionar procesos industriales reales y modernos, con los contenidos del programa educativo de la maestría, son puntos importantes para los estudiantes. Asimismo, cabe mencionar que en el análisis FODA, en el cuadrante amenazas, la dimensión que se menciona con mayor frecuencia por los estudiantes es, vinculación con la sociedad. Indicando que la Maestría no tiene un posicionamiento de reconocimiento frente al público general. Los estudiantes indican como amenaza, que otras universidades podrían llegar a ofrecer el mismo programa de maestría, con mejor nivel educativo, infraestructura, colegiaturas o trato a los estudiantes.

La dimensión *desarrollo de competencias* mostró una diferencia, en la valoración de la satisfacción entre la primera y la segunda generación, del 22.44%, mientras que el ítem más significativo fue crear empresas o negocios sustentables.

En las dimensiones *bienestar estudiantil*, *servicios estudiantiles*, *servicios informáticos* y *programa educativo*, se observó que la valoración de la importancia por la segunda generación fue aproximadamente un 6% mayor con respecto a la valoración de la primera. Sin embargo, en la dimensión de *bienestar estudiantil*, la valoración de la satisfacción por la segunda generación fue 19% mayor que la primera, por lo cual el ítem con la mayor diferencia fue el de respeto por sus sentimientos, preocupaciones y opiniones.

Esta valoración podría ser consecuencia de los ajustes administrativos que se realizaron en el seguimiento académico de la primera y segunda generación. La primera generación fue el primer grupo de un nuevo nivel académico en la institución, lo que implicó una serie de ajustes en procesos institucionales, adicional a que se presentaron cambios en la designación de la coordinación del programa. En la segunda generación, se inició con la documentación de los procedimientos y la coordinación del programa educativo migró de la División Académica Económico-Administrativa a la División Académica Ambiental. Tales hechos generaron un impacto en las situaciones de ambigüedad e incertidumbre en los estudiantes y disminuyeron la sensación de falta de respeto por sus sentimientos, preocupaciones y opiniones.

En *servicios estudiantiles*, la diferencia en la valoración de satisfacción fue un 6% mayor en la segunda generación, y destaca el ítem de la sensación de que estás recibiendo un servicio de acuerdo con tus mejores intereses, el cual fue considerado con un 17% de mayor satisfacción. Lo anterior es congruente con la valoración identificada en la dimensión de *bienestar estudiantil*.

En *servicios informáticos*, la segunda generación valoró un 6% mejor la satisfacción que la primera y el ítem con una diferencia mayor en un 21% fue el de la velocidad del servicio de internet por wifi en la universidad, lo que es congruente por la demanda del servicio que se presentó para cada generación.

Respecto al *programa educativo*, la segunda generación expresó una satisfacción 20% mayor que la primera. El ítem con la diferencia más significativa, con un valor de 25.40%, fue la de calidad de las actividades prácticas del programa, lo cual podría ser consecuencia del cambio de asignación de las materias a los docentes y la mayor experiencia en la impartición de las asignaturas. De hecho, en el análisis FODA, la principal fortaleza detectada en los estudiantes de la primera generación de maestría en Economía Circular se ubica en esta dimensión, lo que constituye el reflejo de la novedad del programa en el mercado de opciones educativas. En el momento en que se aplicaron los instrumentos, era uno de los pocos programas que ofrecían esta especialidad. A nivel nacional sólo se contaba con el registro de la modalidad semipresencial en la Universidad Panamericana de Aguascalientes y en la Universidad Tecnológica de Torreón.

En las dimensiones *calidad administrativa* y *recursos para la investigación*, se observó que la valoración de la importancia por la segunda generación fue aproximadamente 14% mayor con respecto a la valoración de la primera. En la dimensión de *calidad administrativa*, la satisfacción de la segunda generación es 20% mayor que la de la primera, y resalta el ítem de la amabilidad del personal administrativo, que muestra un incremento en la satisfacción de 28.40% de la primera a la segunda generación. Finalmente, *recursos para la investigación*, fue la única dimensión en la que la satisfacción de la primera generación fue mayor que la de la segunda, pues se observa una diferencia

de 10%, con tres ítems cuya diferencia fue de 13.40%: disponibilidad de libros de estudio en la biblioteca física y virtual, la biblioteca física y virtual, y la disponibilidad de libros en la biblioteca.

En la figura 3 se concentran los aspectos más característicos percibidos por los estudiantes en el análisis FODA.

Figura 3. Aspectos característicos percibidos por los estudiantes de la maestría en Economía Circular de la Universidad Tecnológica de Querétaro

INTERNO DEL PROGRAMA EDUCATIVO	FORTALEZAS	OPORTUNIDADES	EXTERNO AL PROGRAMA EDUCATIVO
	<ul style="list-style-type: none"> • Programa de maestría planeado y estructurado. • Novedad del programa en el mercado de opciones educativas. • Primera universidad que ofreció el programa de estudios. • Infraestructura. • El horario de las clases permite continuar con actividad laboral. 	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollar docentes en economía circular. • Incluir licencias o <i>software</i> especializados. • Manejo de plataformas tecnológicas educativas. • Orientar los temas al contexto internacional relacionados con la economía circular. • Alinear los programas con la oferta académica en el extranjero y con modalidades a distancia. 	
	DEBILIDADES	AMENAZAS	
	<ul style="list-style-type: none"> • Poco tiempo asignado para los temas. • Limitadas opciones de titulación. • Poca difusión de la maestría en medios de comunicación. • Heterogeneidad en los criterios de evaluación. • Escasez de profesores con especialidad en economía circular. • Vinculación con empresas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Población estudiantil vulnerable a virus COVID. • Resistencia al cambio modo virtual (maestrías en línea 100%). • Que los estudiantes no tengan la competencia necesaria. • Baja matrícula. • Otras universidades podrían llegar a ofrecer el mismo programa de maestría, con mejor nivel educativo, infraestructura, colegiaturas o trato a los estudiantes. 	

Fuente: Elaboración propia.

Nota. La figura muestra los aspectos característicos percibidos por los estudiantes de la maestría en Economía Circular.

Conclusión

En la presente investigación se analizó, desde la perspectiva estudiantil, la percepción respecto a la importancia y el nivel de satisfacción que los estudiantes de la primera y segunda generación de la maestría en Economía Circular de la UTEQ otorgan a los servicios educativos. Se identificó que, en 11 de las 12 dimensiones analizadas de los servicios educativos, la segunda generación muestra un mayor nivel de satisfacción que la primera en un 14 por ciento.

Se considera que los cambios institucionales y las experiencias previas con los grupos de posgrado, en las tres ofertas de maestría de la universidad, provocaron una mejora en la satisfacción de la segunda generación. A consecuencia de que se contó con una mejor definición de alcances y procedimientos, mayor experiencia del personal docente y administrativo, se

evidenció una mejora en la calidad de la impartición de clases, en la claridad de los métodos de evaluación y de obtención de grado, así como en la atención a las necesidades de los estudiantes. El cambio de adscripción de la maestría a la División Ambiental favoreció la satisfacción de los estudiantes, debido a la afinidad del perfil, dado que el 82.40% de la matrícula cuenta con un perfil del área de ingeniería y desarrollo tecnológico, aunado a que el 64.70% eligió la línea terminal de gestión ambiental.

Se identificó una combinación interesante entre elementos tangibles e intangibles dentro de la maestría, que podrían potencializar la calidad del programa. La infraestructura educativa y la novedad del programa pueden ser apuntaladas con las áreas de oportunidad identificadas en la técnica FODA, para así detonar el potencial de la maestría.

La principal debilidad detectada en el análisis fue la dimensión *calidad docente*. Los estudiantes perciben una falta de personal especializado en temas de economía circular. Los aspectos de experiencia del personal docente y la calidad de la enseñanza podrían mejorarse con nuevas estrategias de captación de talento, que brinde al programa educativo personal especializado con capacidad y experiencia profesional en el área.

El análisis de la información permitió identificar áreas de oportunidad como:

- Fortalecer el vínculo con empresarios, estudiantes y sociedad en general, a fin de mejorar la empleabilidad, incrementar el número de interesados en integrarse al programa de maestría y mantener actualizado el programa educativo.
- Incentivar la creación de empresas y negocios sustentables, incorporando la perspectiva de economía circular.
- Analizar la posibilidad de ofertar el programa educativo de la maestría en una modalidad híbrida, lo cual brindaría la posibilidad de:
 - o Flexibilizar los horarios de actividades académicas
 - o Incrementar el número de estudiantes inscritos
 - o Integrar docentes especializados que, por su ubicación geográfica, actualmente no se han incorporado al programa.
- Fortalecer la pertinencia del programa educativo, al integrar en las clases actividades prácticas y relacionadas con el entorno productivo, a fin de disminuir las posibilidades de deserción.
- Actualizar la evaluación docente, a fin de detectar áreas de oportunidad y mejorar la impartición de las clases en el programa de maestría.
- Fortalecer la capacitación del personal docente, tanto en aspectos relacionados con competencias suaves para mejorar la empatía y atención de las necesidades de los estudiantes, como en aspectos de competencias técnicas para mejorar los contenidos y aplicaciones de las asignaturas impartidas.

Como proyecto a futuro, se propone que los instrumentos se adecuen y mejoren, para que continúe su aplicación a las próximas generaciones de la maestría, a fin de generar un proceso de retroalimentación permanente y mejora de los servicios educativos.

Entre los aspectos que podrían integrarse al instrumento cuantitativo está la valoración del fortalecimiento de las competencias clave del aprendizaje permanente: lectoescritura, multilingüismo, matemáticas y competencia en ciencia, tecnología e ingeniería, habilidades digital, personal, social y de aprender a aprender, competencias ciudadana, emprendedora y conciencia y expresión culturales (Consejo de la Unión Europea, 2018).

Referencias Bibliográficas

- Araica, R. y Vargas, M. (2020). Hacia la definición conceptual del constructo *Calidad de la Educación Superior* en el contexto de la Universidad Nacional Agraria. *Revista Educación*, 44 (2), 1-27. <https://www.redalyc.org/journal/440/44062184039/html/>.
- Centro de Estudios de las Finanzas Públicas (2022). *Una aproximación a la Economía Circular en México*. Cámara de Diputados LXV Legislatura. <https://www.cefp.gob.mx/publicaciones/investigaciones/inv3.pdf>.
- Comité de Maestría en Economía Circular (2020). *Perfil profesional de egreso de la Maestría en Economía Circular en competencias profesionales*. Dirección General de Universidades Tecnológicas y Politécnicas.
- Consejo de la Unión Europea (2018). *Recomendación del consejo relativa a las competencias clave para el aprendizaje permanente*. Diario Oficial de la Unión Europea, [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018H0604\(01\)&from=ES](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018H0604(01)&from=ES).
- Coordinación General de Universidades Tecnológicas y Politécnicas (CGUTyP) (2019). *Reglamento de estudios de posgrado*. Universidades Tecnológicas.
- Decreto por el que se expide la Ley General de Educación Superior y se abroga la Ley para la Coordinación de la Educación Superior. 20 de abril de 2021. DOF.
- Flores, José, Portero, R. y Ada, E. (2012). Problemas actuales en la formación del profesional universitario: los valores en la disciplina de Tecnología. *Arquitectura y Urbanismo*, 33(2), 95-108. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-58982012000200008&lng=es&tlng=es.e.

- Gobierno del Estado de Querétaro (2022) *Sistema Economía Circular Querétaro*. <https://www.economiacircularqro.mx/index.aspx>.
- González, A., y Pazmino, M. (2015). Cálculo e interpretación del Alfa de Cronbach para el caso de validación de la consistencia interna de un cuestionario, con dos posibles escalas tipo Likert. *Revista Publicando*, 2(1), 62-77. <https://www.researchgate.net/publication/272682754>.
- Guerrero, R. y Jiménez, M. (2022). Calidad de la educación superior: una aproximación complementaria. *Revista Electrónica Calidad en la Educación Superior*, 13(2), 84-114. <https://revistas.uned.ac.cr/index.php/revistacalidad/article/view/4151>.
- Hernández, R., y Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill Interamericana.
- Ley Orgánica de la Universidad Tecnológica de Querétaro. 11 de noviembre de 2011. Periódico Oficial del Gobierno del Estado “La sombra de Artega”.
- Manzo, L., Rivera, N. y Rodríguez, A. (2006). La educación de posgrado y su repercusión en la formación del profesional iberoamericano. *Educación Médica Superior*, 20(3) http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21412006000300009&lng=es&tlng=es.
- Mapén, F., Becerra, A., y Martínez, G. (2020). Importancia y satisfacción de los servicios universitarios en posgrado desde la perspectiva estudiantil. *Revista San Gregorio*, 1(38), 1-12. http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2528-79072020000100015.
- Mendoza, J. (2020). El rezago educativo. Un problema de construcción social. *Revista de Artes, Humanidades y Ciencias Sociales*, (11), 46-59. <https://revistas.upaep.mx/index.php/ayh/article/view/73>.
- Mextudia (enero de 2023). *Ranking de universidades Mextudia*. <https://mextudia.com/rankings/mextudia/#mejores+universidades+en+m%C3%A9xico+2023>.
- Oviedo, H. y Campo, A. (2005). Aproximación al uso del coeficiente Alfa de Cronbach. *Revista colombiana de psiquiatría*, 34 (4), 572-580.
- Partal, C., Gorjup, M. y Vigier, H. (2022). Comparación de metodologías de medición de la calidad en la educación universitaria. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad-CTS*, 17(51), 37-68. <http://ojs.revistacts.net/index.php/CTS/article/view/315>.
- Programa Sectorial de Educación 2020-2024. *Diario Oficial de la Federación*, 6 de julio de 2020 (México). <https://www.gob.mx/cms/uploads/>

attachment/file/562380/Programa_Sectorial_de_Educaci_n_2020-2024.pdf.

QroCircular (2022). *Hoja de ruta hacia la Economía Circular del Estado de Querétaro*. Secretaría de Desarrollo Sustentable de Gobierno del Estado de Querétaro.

R Core Team (2021). R: A Language and environment for statistical computing. (Version 4.1) [Computer software]. <https://cran.r-project.org>.

Revelle, W. (2019). psych: Procedures for Psychological, Psychometric, and Personality Research. [R package]. <https://cran.r-project.org/package=psych>.

Rodríguez, J., y Reguant, M. (2020). Calcular la fiabilidad de un cuestionario o escala mediante el SPSS: el coeficiente alfa de Cronbach. *REIRE Revista d'Innovació i Recerca en Educació*, 13(2), 1-13. <https://revistes.ub.edu/index.php/REIRE/article/view/reire2020.13.230048>.

The jamovi project (2022). jamovi (Version 2.3) [Computer Software]. <https://www.jamovi.org>.

Universidad Tecnológica de Querétaro (UTEQ) (s. f.). *Historia*. Universidad UTEQ. <https://www.uteq.edu.mx/ConoceLaUTEQ/Default.aspx?gXr=38>.

Agradecimientos

Un agradecimiento a la Dra. Fabiola de Jesús Mapén Franco, Yesenia Roseles Jiménez Silván y el Dr. Germán Martínez Prats por compartirnos su instrumento de evaluación de los servicios universitarios.

Un modelo moral afectivo para el desarrollo de la economía circular. Una opción contra la barrera cultural

Víctor Hugo Robles Francia*
Adriana Mariela De la Cruz Caballero**
Nancy Fabiola Martínez Cervantes***
Víctor Adrián Robles Ramos****

***ORCID:** <https://orcid.org/0000-0003-1046-4768>; **ResearchGate:** <https://www.researchgate.net/profile/Victor-Hugo-Robles-Francia>

Doctor en Estudios Organizacionales por la Universidad Autónoma Metropolitana. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, México.

****ORCID:** <https://orcid.org/0000-0001-7155-5204>; **ResearchGate:** <https://www.researchgate.net/profile/Adriana-Mariela-Caballero>

Doctora en Planeación Estratégica y Dirección de Tecnología por la Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores. Profesora del Tecnológico Nacional de México, ITS Centla, México.

*****ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-1629-8003>; **ResearchGate:** <https://www.researchgate.net/profile/Nancy-Martinez-Cervantes>

Doctora en Estudios Organizacionales por la UAM-Iztapalapa. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores. Profesora Investigadora en UAM-A, México.

******ORCID:** <https://orcid.org/0000-0003-3949-7176>; **ResearchGate:** <https://www.researchgate.net/profile/Victor-Robles-12>

Licenciado en Sociología por la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Estudiante de la maestría en Sociología por la Universidad Autónoma Metropolitana, México.



Resumen

La cultura de consumo, arraigada en las distintas sociedades del mundo, se instaura como la barrera insalvable e incommensurable para la aplicación de la economía circular. La cultura, los hábitos y las formas de convivencia arraigadas en la humanidad por su propia historia, de alto e inconsciente consumo de satisfactores que parecen irresolubles, producen enormes cantidades de residuos sólidos en todas las urbes. La creación de una conciencia ecológica implica necesariamente el desarrollo moral de las personas. Sin embargo, la educación moral a partir de los modelos racionales cognitivos ha marcado múltiples fracasos. De tal manera, para la reeducación moral de consumo, se propone un modelo moral emocional a partir de las emociones morales básicas, la culpa y el orgullo, que integre además los preceptos de economía circular. Para este propósito, se lleva a cabo la presentación de la poca cultura ecológica, los supuestos de la economía circular y, finalmente, los aspectos del modelo moral emocional que favorece el cambio cultural hacia la economía circular.

Palabras clave: *educación moral, emociones morales, fases emotivas, sustentabilidad.*

Introducción

De Miguel *et al.* (2021) establecen que la economía circular (EC) ayuda a resolver los daños al ambiente e incide en cambios favorables sostenibles, tanto de producción como de consumo. Conforme al Banco Mundial, la economía circular le añade valor a todo material o desecho arrojado en la producción lineal convencional, pues mantiene su valor de uso. Asimismo, establece que la principal barrera para su implementación es la cultural (Mena, 2022). Según datos del Banco Mundial, más de 2000 millones de toneladas de desechos sólidos se producen en el mundo y menos de un tercio de ellos son separados o reciclados, tampoco son manejados para disminuir su efecto negativo al medioambiente y a este ritmo, para el 2050, se generarán casi 3500 toneladas de basura sólida mundial (Mena, 2022).

Abstract

The culture of consumption, ingrained in various societies around the world, establishes itself as the insurmountable and immeasurable barrier to the implementation of the circular economy. The culture, habits, and ways of living deeply rooted in humanity by its own history of high and unconscious consumption of satisfiers seem irresolvable, as enormous amounts of solid waste are produced in all cities. The creation of ecological awareness necessarily implies the moral development of individuals. However, moral education based on rational cognitive models has marked multiple failures. Therefore, for the moral re-education of consumption, an emotional moral model is proposed, based on basic moral emotions, guilt and pride, which also integrates the precepts of the circular economy. For this purpose, the presentation of the lack of ecological culture, the assumptions of the circular economy, and finally, the aspects of the emotional moral model, which promotes cultural change towards the circular economy, are carried out.

Keywords: *moral education, moral emotions, emotional phases, sustainability.*

Esta cultura de consumo provoca igualmente que, en México, se produzcan más de 40 millones de toneladas anuales de desechos y se piensa que, para el 2030, se producirán casi 70 millones de basura. Esto de acuerdo con la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat) (Córdova *et al.*, 2021). Además, en los planes gubernamentales de este país no se muestran acciones concretas para mitigar tales datos catastróficos ni para hacer un uso sustentable de los recursos (Córdova *et al.*, 2021).

Esta forma de dispendio tiene afectaciones negativas en la ecología debido a los malos hábitos de los seres humanos de todas las sociedades. En síntesis, la cultura de consumo perjudicial crea un “mundo de desechos”. En México, las principales ciudades producen miles de toneladas al día de residuos sólidos y se recolectan muy pocas. Dicha cultura en nuestro país incide en que se recolecte de forma conjunta todos los residuos y por separado una muy pequeña fracción (Córdova *et al.*, 2021).

En este sentido, se aprecia que la cultura de consumo en el mundo y en México es una barrera complicada para la implementación de la economía circular, la cual pretende sustraer parte del beneficio económico a la explotación de los recursos y le añade valor a todo material usado, pues mantiene un uso redondo de ellos. Esto sucede porque la economía circular no asume un disvalor de los desechos, sino un plusvalor de los remanentes como recurso valioso para otro proceso (De Miguel *et al.*, 2021).

En este sentido, es imperioso desarrollar modelos que impacten y favorezcan el desarrollo de la EC y disminuyan la barrera cultural. Es necesaria aquí la estructura emotiva, para que las personas reaprendan y fomenten nuevos hábitos de producción y de consumo. El cambio cultural hacia un consumo sustentable y ecológico implica una reeducación moral, un aprendizaje sobre los preceptos de la economía circular. Por tal motivo, las emociones se instauran como una alternativa eficaz para resolver las barreras culturales fuertemente enraizadas contra la aplicación de la economía circular.

De tal modo, el objetivo del presente análisis fue sintetizar un modelo moral afectivo, a partir de las emociones morales básicas (la culpa y el orgullo), para integrar los preceptos de economía circular. Esto propiciaría una conciencia ecológica y motivaría al consumo sustentable, a partir de la perfección moral de los involucrados.

Este capítulo comprende la investigación documental en diversas bases de datos, mediante la cual se identificaron las publicaciones fundamentales sobre economía circular, como los referentes teóricos Pearce y Turner (1990) y autores como Córdova *et al.* (2021), Prieto *et al.* (2017) y Mena (2022). La tesis de dos ciclos principales, el técnico y biológico, se presenta a partir de lo mencionado por Pomar (2021) y Sepúlveda (2022), y luego se expone el concepto de desarrollo moral emocional del individuo, a partir de los preceptos teóricos de Greene y Haidt (2002), Orsi (2006), y Tomkins (1975),

entre otros autores que abordan el aprendizaje moral basado en emociones. Estos conceptos, en conjunto, fundamentan la síntesis del modelo moral afectivo para el desarrollo de la economía circular, que contribuye a eliminar la barrera cultural de una sociedad de consumo lineal masivo. Así, esta investigación dio respuesta al siguiente cuestionamiento de investigación: ¿cómo se sintetiza el esquema de la economía circular y la educación basada en las emociones morales, a fin de obtener un modelo moral afectivo que favorezca el desarrollo de la economía circular y disminuya las barreras culturales?

Desarrollo

Esta investigación tuvo un enfoque cualitativo para formular un modelo afectivo de economía circular, en el cual se combinó el método de investigación documental con el método de análisis dialéctico (Hernández, Fernández y Baptista, 2018). Primero, se identificaron los artículos representativos de la economía circular y de la educación moral. En seguida, se realizó el análisis dialéctico. Inicialmente se presentaron los supuestos de la economía circular, específicamente el esquema de mariposa de Macarthur (2022), en el que se asume al individuo racional como consumidor o usuario. Subsecuentemente, se propuso la antítesis de la educación moral mediante las emociones morales básicas, las cuales consideran al consumidor o usuario no como un ser racional, sino como un ser emocional moral. Lo anterior dio como resultado la síntesis del análisis dialéctico: un modelo moral afectivo del desarrollo de la economía circular.

Economía circular

La economía circular busca resarcir los daños a nuestro planeta. En una investigación de Córdova *et al.* (2021), revisaron el concepto de economía circular y su situación en México. Asimismo, expusieron que la economía circular se dio a conocer desde los años sesenta del siglo pasado, a partir de la propuesta de Boulding sobre los flujos de materia prima. En los años setenta del mismo siglo, Stahel propuso el “bucle cerrado”, el cual se sigue promoviendo hasta la actualidad (Córdova *et al.*, 2021).

Boulding destacó la importancia de una razonable relación entre el entorno ecológico y la economía. Asimismo, propuso la visión de que la Tierra es un sistema cerrado, capaz de reciclar sus recursos, siempre limitados. Pearce y Turner (1990) acuñaron el concepto de *economía circular*, estableciendo un flujo económico cerrado. Además, Ayres expuso comprender y especificar actividades que actuaran como un proceso completo para cada organización, así como la interacción entre diferentes organizaciones. Así, a finales de los noventa, el paradigma de la sostenibilidad contribuyó a que la sociedad se involucrara en un desarrollo económico y cuidado ambiental (Prieto *et al.*, 2017).

No obstante la perspectiva mundial de sostenibilidad de los años noventa del siglo XX, se generan cientos de millones de toneladas de basura sólida y no se hace mucho por aliviar sus efectos nocivos actuales, ni mucho menos a futuro (Mena, 2022). La cultura predominante en México produce decenas de millones de toneladas de desechos y su tendencia creciente será altamente perjudicial. Además, en este país no se dan soluciones concretas que resuelvan las afectaciones al medioambiente (Córdova, *et al.*, 2021).

Es por ello que la economía circular ayuda a resolver esos daños al entorno, incidiendo en cambios favorables sostenibles, tanto de producción como de consumo (De Miguel *et al.*, 2021). Lo anterior se debe a que la economía circular sustrae parte del beneficio económico a la explotación de los recursos y de la energía consumida, y le añade valor a todo material usado, con lo que mantiene un uso redondo de ellos. No asume un disvalor de los desechos, sino un plusvalor de los remanentes como recurso valioso para otro proceso.

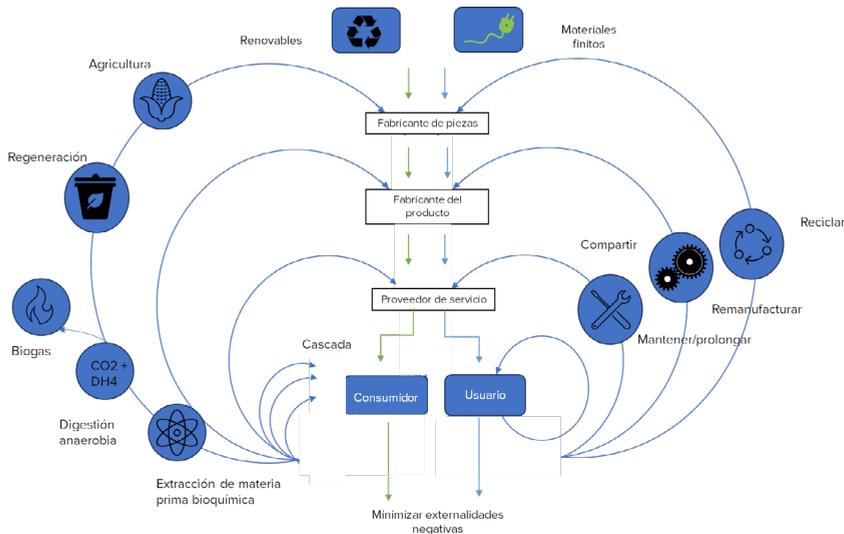
Asimismo, se ha podido observar que, últimamente, la economía circular ha incrementado su popularidad, pues se utiliza como una directriz para disminuir la contaminación del aire, del agua y del suelo, al favorecer el uso sustentable de los recursos naturales (Córdova *et al.*, 2021). Esta concepción de “bucle cerrado” de la economía circular se propone como una contestación resolutoria al modelo lineal, pues este ha generado enormes problemas ambientales, como la contaminación del aire, el agua, el suelo, la degradación y desaparición de fauna y la pérdida del equilibrio ecológico. Este modelo convencional se ha basado en las premisas de usar, fabricar y desechar. Es decir, los productos fabricados se distribuyen para que los consumidores finales los compren y los consuman, y los residuos, como basura, sean desechados (Córdova *et al.*, 2021).

De tal forma, la economía circular trata de aprovechar al máximo cualquier recurso o materia prima durante todo su tiempo de vida: desde los insumos y materias primas suministradas, pasando por los procesos de fabricación de un producto, por el consumo del bien y llegando hasta la conversión de los desechos de consumo en nuevas materias primas para un nuevo ciclo productivo (Córdova *et al.*, 2021).

Esquema mariposa de economía circular

El esquema mariposa de la economía circular propone dos ciclos principales: el técnico y el biológico (véase la figura 1). En el técnico, los productos y materiales extienden su circulación a través de procesos como la reutilización, reparación, remanufactura y reciclaje (Pomar, 2021). Por su parte, en el ciclo biológico, los nutrientes de los materiales biodegradables se devuelven a la tierra para regenerar la naturaleza (Sepúlveda, 2022).

Figura 1. Diagrama de mariposa de la economía circular



Fuente: Elaboración propia a partir del diagrama mariposa de economía circular de Macarthur (2022).

Ciclo biológico de recursos renovables

El ciclo biológico considera los materiales que pueden biodegradarse y regresar de manera segura a la naturaleza (Sepúlveda, 2022). Se vislumbran principalmente los alimentos y algunos otros materiales biodegradables como el algodón o la madera, que eventualmente pueden pasar del técnico al biológico (Pomar, 2021).

La regeneración es un principio fundamental de la economía circular. Esto es, en lugar de degradar continuamente la naturaleza, como se hace en la economía lineal, en la economía circular se construye capital natural (Sepúlveda, 2022). En la economía circular, las prácticas agrícolas permiten que la naturaleza reconstruya los suelos y aumente la biodiversidad. Se cambia el paradigma, de minimizar el daño ambiental al de mejorarlo eficazmente (Pomar, 2021).

En la agricultura y ganadería, como en los ranchos y granjas, se propone una gestión de recursos biológicos, como pastizales, bosques, lagos, entre otros, que generen resultados favorables en la naturaleza. Los resultados incluyen, suelos sanos y estables, una biodiversidad superior, una calidad del agua y del aire mejorada (Sepúlveda, 2022). Esto se puede lograr a través de una variedad de prácticas que auxilien a regenerar ecosistemas, como el cultivo regenerativo, la acuicultura restaurativa, la agroecología, la agrosilvicultura, entre otros (Pomar, 2021).

Otro elemento del ciclo biológico del modelo mariposa es el compostaje y la digestión anaeróbica (Sepúlveda, 2022). Aquí se reconoce que, si no se devuelven los nutrientes, el suelo se agota. Esto implica que los agricultores se vean obligados a depender cada vez más de los fertilizantes químicos para mantener productivo el suelo.

Las cascadas también son parte del ciclo biológico (Sepúlveda, 2022). En estos bucles se hace uso de productos y materiales que ya están en la economía. Lo que significa, por ejemplo, usar subproductos alimentarios, antes desechos, para fabricar otras materias primas (Pomar, 2021). Ejemplo de ello, podrían ser los textiles de cáscara de naranja, salsa de “jitomate” fabricada de cáscara de plátano. Asimismo, podrían usarse estos subproductos como alimentación animal. Esto es, trasladar los ciclos biológicos externos a los más cercanos al suelo, a la naturaleza (Sepúlveda, 2022).

Otro elemento por resaltar del ciclo biológico es la extracción de materia prima bioquímica (Sepúlveda, 2022). En esta parte se toman materiales biológicos, de poscosecha y de posconsumo como materia prima para obtener materiales bioquímicos. Este paso integra las biorrefinerías de productos químicos de bajo volumen, pero de alto valor, en tanto productos bioquímicos y nutracéuticos de alto valor, seguidos de productos bioquímicos a granel (Pomar, 2021).

Ciclo técnico de materiales finitos

En el lado derecho del diagrama de mariposa se ubica el ciclo técnico de materiales finitos (Sepúlveda, 2022). En esta mitad del esquema se identifica a los usuarios de bienes y servicios, y aquellos productos que se usan, pero no se consumen, y tampoco son alimentos ni nutrientes alimenticios humanos. Bajo esta parte del esquema mariposa, se establece que los materiales permanezcan usables en el mismo lugar, en lugar de convertirse en desechos (Pomar, 2021).

El diagrama muestra que los bucles interiores más pequeños están rodeados por los bucles exteriores más grandes (Sepúlveda, 2022). En los bucles internos es donde se puede capturar la mayor parte del valor, ahí se retienen más del valor incrustado de un producto al mantenerlo completo. Por ejemplo, un teléfono que funciona vale más que la suma de sus partes porque el tiempo y la energía que se invirtieron en fabricarlo no se pierden. Así, los bucles internos como compartir, mantener y reutilizar deben priorizarse por encima de los bucles externos que ven el producto desglosado y rehecho (Sepúlveda, 2022; Pomar, 2021).

En el ciclo técnico se tiene el principio de intercambiar y compartir (Sepúlveda, 2022). Aquí, compartir es el primer puerto de escala en el ciclo técnico y, aunque no es apropiado para todos los productos de la economía, tiene el poder de aumentar drásticamente la utilización de muchos productos.

A este respecto, son ejemplos el compartir herramientas, como las ferreteras, y el compartir juguetes, como las ludotecas. Esto es, compartir recursos, como plataformas y servicios, para tener intercambio entre pares, de igual a igual, sin intermediarios (Sepúlveda, 2022). Tales plataformas son diseñadas para permitir que las empresas cosechen los frutos de la economía colaborativa, que permite a las organizaciones aprovechar al máximo los activos que, de otro modo, permanecerían sin ser aprovechados por alguien más (Pomar, 2021). Esto es, plataformas que apoyen el reúso o excedentes de activos.

Otro elemento del ciclo técnico es el de mantenimiento (Sepúlveda, 2022). Por medio de este se maximiza el valor de un producto al prolongar su desempeño y protegerlo contra el deterioro. El mantenimiento de todo bien va desde el doctor de ropa, de utensilios de cocina, de muebles, entre otros posibles. Eso les da poder económico a algunos grupos minoristas, para enseñar otros a sobre el cuidado y mantenimiento de algunos bienes (Pomar, 2021).

El siguiente elemento del ciclo técnico es la reutilización, mediante la cual el producto conserva su forma y objetivo inicial (Sepúlveda, 2022). El ejemplo más representativo de esta etapa es la reutilización de envases, lo que se lleva a cabo por empresas de varios sectores, como el de alimentos, cosmético y limpieza. En este elemento también se considera la reutilización de la ropa que se comercializa mediante diferentes plataformas, lo que disminuye el desperdicio y evita la fabricación de un nuevo producto (Pomar, 2021).

El ciclo técnico involucra también la remodelación que permite a las empresas adquirir productos que se restauran y venden a un precio menor que el original (Sepúlveda, 2022; Pomar, 2021). Así también la remanufactura se incluye en el ciclo técnico, puesto que implica una reingeniería del producto y sus componentes con la finalidad de que tengan las mismas características que un producto nuevo o mejor que uno recién fabricado (Sepúlveda, 2022). Se aplica en productos que no pueden circular en sus condiciones actuales por lo que necesitan un mejoramiento (Pomar, 2021). Por último, el ciclo técnico involucra el reciclaje, que se utiliza cuando un producto ya no se puede usar y no se puede reacondicionar o remanufacturar, o no es adecuado para esos pasos (Sepúlveda, 2022). Es la forma definitiva de mantener en uso los materiales con los que se fabrica el producto para que no se conviertan en residuos. Con el reciclaje, se pierde el valor incrustado de un producto (el tiempo y la energía invertidos en fabricarlo), pero se conserva el valor de los materiales (Pomar, 2021).

En el futuro se pueden desarrollar e implementar alternativas que permitan regresar al origen biológico natural, ya que no es posible pensar en lo utilitario de manera inmediata y egoísta (Pomar, 2021; Sepúlveda, 2022). Es necesario desarrollar alternativas educativas, en las que los individuos rompan sus costumbres de consumir, usar y desechar, y asuman principios universales,

como el de no emitir ningún contaminante, para que en el mundo no haya desechos y se preserve el bien común por siempre.

Aprendizaje moral emocional

El aprendizaje moral emocional refiere a un cambio paradigmático de cultura, que va de la economía lineal a la circular. La cultura económica lineal del mundo expresa una moralidad organizacional egoísta del corto plazo, de convivir y de producir los satisfactores humanos a partir de todo recurso disponible en la naturaleza (Córdoba-Meriño *et al.*, 2018). Durante el siglo xx y parte del xxi se ha tratado de solventar la afectación ambiental y de hacer un uso más eficiente de los materiales, lo cual ha impulsado, predominantemente, medidas penales y coercitivas. Se han fomentado sentencias morales del tipo “si contaminas pagas”, empero, sin fomentar virajes culturales significativos (Prieto *et al.*, 2017).

En este caso, se plantea un modelo moral afectivo, es decir, basado en las emociones morales, como una alternativa eficaz para disminuir las barreras culturales contra la economía circular. La cultura se constituye por una serie de asunciones que perviven por debajo de la estructura económica, tales como las identidades, las normas de producción y los valores consumistas, que se asumen como formas correctas de usos y de consumo, y que han generado grandes desperdicios arraigados en las sociedades mundiales y que son muy difíciles de cambiar.

Cambiar la cultura implica reeducar moralmente las sociedades humanas, incidir en su razonamiento moral, que ellas observen y se den cuenta, tomen conciencia de las consecuencias catastróficas para el planeta y asuman un deber ecológico, una actuación bajo principios morales sustentados en el bien ecológico para cada individuo y para todas las sociedades. Esto es, que la sociedad aprenda nuevas formas de consumir y producir los bienes humanos. En esto consiste realizar una reeducación moral.

Por ello, más que la razón, que resulta insuficiente en la reeducación moral de las sociedades, debe considerarse a las emociones. Como aseveran Greene y Haidt (2002), se debe reconsiderar a las emociones como conceptos fundamentales en la actuación moral, así como al pensamiento afectivo.

Diversos autores, como Greene y Haidt (2002), Vélez y Ostrosky-Solís (2006), y Amorim y Sastre (2003) advierten que la educación moral, dominada por la teoría, es obsoleta, pues no explica satisfactoriamente la actuación moral, ni asume como importantes la estructura afectiva y las emociones del ser humano.

Amorim y Sastre (2003) y Greene y Haidt (2002) exponen que la racionalidad no suele tener éxito en la perfección del carácter moral, ni menos en la actuación moral. Se expone que las emociones tienen un rol

sobresaliente en la actuación moral (Greene y Haidt, 2002), pues la parte afectiva sobresale en la resolución de conflictos morales, entre múltiples fines individuales y colectivos. De tal suerte, el juicio moral emotivo tiene más éxito que el racional puro.

Emociones morales básicas y fases emocionales

Las emociones desagradables o agradables se generan cuando se percibe moral y físicamente alguna situación repugnante o atractiva. Tal situación puede identificarse con el horror o con la atracción. Así, por un lado, el horror se genera cuando se observa algo repugnante y tal sensación se manifiesta por una reacción insostenible de quitar la mirada de tal situación. Contrariamente, la atracción se gesta cuando miramos algo hermoso y tal sensación obliga a dirigir la mirada a dicha situación. De esta manera, el horror o la atracción son el vínculo entre el resultado de la actuación del agente y los espectadores. Esto es, el observador se siente atraído o repelido por la buena o mala actuación del agente.

De tal forma, la mirada del espectador, ya sea presencial en el preciso momento de la acción o se haga remembranza de su observancia, es determinante para provocar los sentimientos morales. La persona, al sentirse observada y al mismo tiempo señalada en circunstancias indeseables e incorrectas experimenta una afectación y un sentimiento de vergüenza y de culpa (Orsi, 2006).

Por ello, la actuación moral de la persona inicia con una reacción *a priori* cargada de energía, que la impulsa a actuar y, conforme ella evalúa la observación, favorable o desagradable, continúa o corrige su comportamiento (Tomkins, 1975; Illouz, 2009; y Tracy y Robins, 2007).

Las interacciones emocionales corrigen los comportamientos morales de las personas, pues se enfatizan más en el agente que en el espectador. De aquí puede identificarse una triada de tres elementos: el agente o persona actuante; la situación ocasionada por el agente; y el espectador, que puede ser un individuo o un grupo social que interactúa con la persona, como se observa en la figura 2.

De esta manera las emociones morales son reacciones a las cuales se responde de manera repentina desde la parte afectiva del individuo para equilibrar una relación justa con los demás y con su entorno (Kohlberg y Hersh, 2009; Cresswell *et al.*, 2017; Greene *et al.*, 2004; Englander *et al.*, 2012).

Figura 2. Triada de la acción moral



Fuente: Elaboración propia.

Las emociones morales dependen de cómo la persona reconoce su propia rectitud y maldad (Greene, y Haidt, 2002; Piaget, 1991; Stolt, 2018; Nisan y Kohlberg, 1982). Asimismo, los señalamientos de las otras personas juegan el papel de sentencias morales, que juzgan la actuación relativa como buena o incorrecta, por lo cual la relación afectiva y las emociones entre la autoridad moral y la persona son fundamentales y forman parte de la vida moral del individuo (Kohlberg y Wasserman, 1980; Berthe, 2017; Gray, 2008; Kemp, 2011; Taylor, 2012; Etxeberria *et al.*, 2018).

Existen dos emociones morales básicas que se vinculan con el horror o la atracción moral. Estas son la culpa, de acuerdo con Tomkins (1975) y Freud (1923), y el orgullo (Shi, 2009; y Tracy y Robins, 2007). Una primera emoción moral básica es la culpa. Esta emoción es activada después de que la persona toma conciencia de haber cometido algo ilícito o desagradable, y siente angustia por las tensiones, por saberse señalado o percibirse como malo. Así que tiene un deseo urgente de ignorar la percepción de los otros o incluso la autopercepción, que a veces puede ser insoportable (Tracy y Robins, 2007; Steinfath, 2015).

Esta emoción de culpa es activada por el espectador, mediante un señalamiento social, una observancia que no se puede evitar, de haber cometido algo ilícito, de manera que siente una afectación negativa, una sensación desagradable, una angustia por las tensiones de saberse señalado o percibirse como una mala persona (Freud, 1923; Gray, 2008).

El orgullo es la segunda emoción elemental que impulsa a la persona a actuar. Esta emoción se percibe cuando la persona ha alcanzado algún éxito, lo que exalta la dignidad humana (Shi, 2009; Taylor, 2012; Tracy y Robins, 2007). El orgullo es una emoción positiva, una autoevaluación agradable

(Taylor, 2012). De esta forma, las emociones elementales, el orgullo y la culpa, hacen una valoración positiva o negativa del individuo, y motivan un refuerzo positivo o negativo de las conductas.

La evolución del individuo en sociedad implica menos goce, mayor autoconciencia de culpa. Así, la habituación de la emoción moral puede hacer que cualquier experiencia placentera personal signifique para él un goce inmenso, mayor que en otra persona no acostumbrada a ello (Etxeberría *et al.*, 2018).

Seis estadios morales emotivos

La culpa y el orgullo son los principales motivadores del razonamiento moral (Tomkins, 1975; Illouz, 2009), que atraviesa etapas emotivas y cognitivas (Kohlberg y Hersh, 2009; Prinz, 2006). Así, el razonamiento moral del individuo es, *a priori*, emotivo, cargado de energía que lo impulsa la acción y, *a posteriori* deliberación sobre si la acción fue correcta. Las seis etapas morales emotivas que tienen características propias de culpa y orgullo se exponen a continuación.

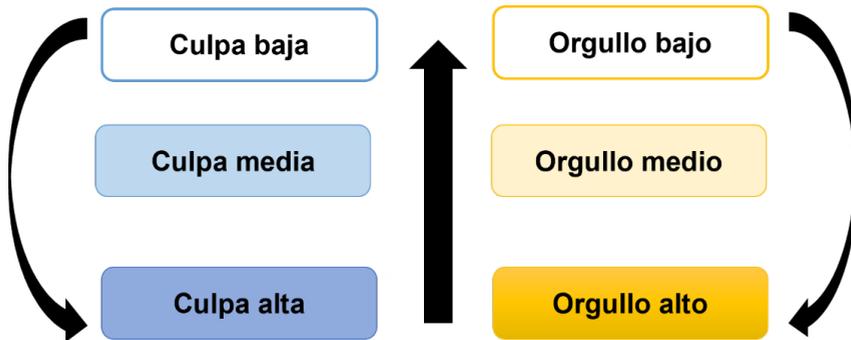
El nivel preconventional emotivo. La persona se siente culpable u orgulloso, y busca egoístamente la agradable energía del orgullo por encima de la culpa, sin estar pendiente de nada ni de nadie. Este nivel se define como la etapa uno, en la que el castigo o la recompensa son el estímulo de la culpa o el orgullo (Tomkins, 1975). La etapa dos reconoce sólo una autoridad a quien se le atribuye la más alta imagen moral, cuyas señales de retroalimentación aprueban o desaprueban las acciones de la persona (Faigenbaum *et al.*, 2014).

El nivel convencional emotivo. La persona siente placer de estar dentro de las reglas convencionales. En el estadio tres, la moral se establece por manifestaciones grupales que marcan lo que es el derecho (Kohlberg y Hersh, 2009). Aquí la persona se siente orgullosa de pertenecer a un grupo, o culpable por no cumplir sus reglas y sentirse rechazado (Gray, 2008). La cuarta etapa determina que las reglas sociales aumentan la culpa en la persona y disminuye el placer cuando estas se imponen (Gray, 2008; Jaramillo, 1992). En resumidas cuentas, el orgullo en la persona estimula el comportamiento correcto (Shi, 2009; Etxeberría *et al.*, 2018).

El nivel posconvencional emotivo. En la etapa cinco, la culpa se incrementa por medio de las reglas sociales (Gray, 2008; Jaramillo, 1992), e implica una ruptura de las emociones provocadas por la imagen deshonrosa que del individuo realiza una minoría social (Shi, 2009; Etxeberría *et al.*, 2018). En la etapa cinco, la culpa por contaminar se incrementa por señalamientos sociales (Gray, 2008; Jaramillo, 1992), e implica una ruptura emocional provocada por la imagen deshonrosa de contaminador, realizada por una minoría social (Shi, 2009; Etxeberría *et al.*, 2018).

En la última etapa seis, se corrigen las máximas morales impuestas por uno mismo (Gray, 2008). El individuo buscará una autopercepción y valoración superior a la anterior frente a sí mismo y los demás, sintiéndose orgulloso de ello (Shi, 2009; Etxeberría *et al.*, 2018). En este estadio moral emocional, se corrigen leyes y se actúa conforme a principios. Contrariamente, la persona sentirá una gran culpa por no haber logrado el ideal de ella misma y no podrá librarse de ese sentimiento doloroso. Sólo lo podrá hacer de forma indirecta.

Figura 3. Estadios morales emotivos



Fuente: Elaboración propia.

Resultados

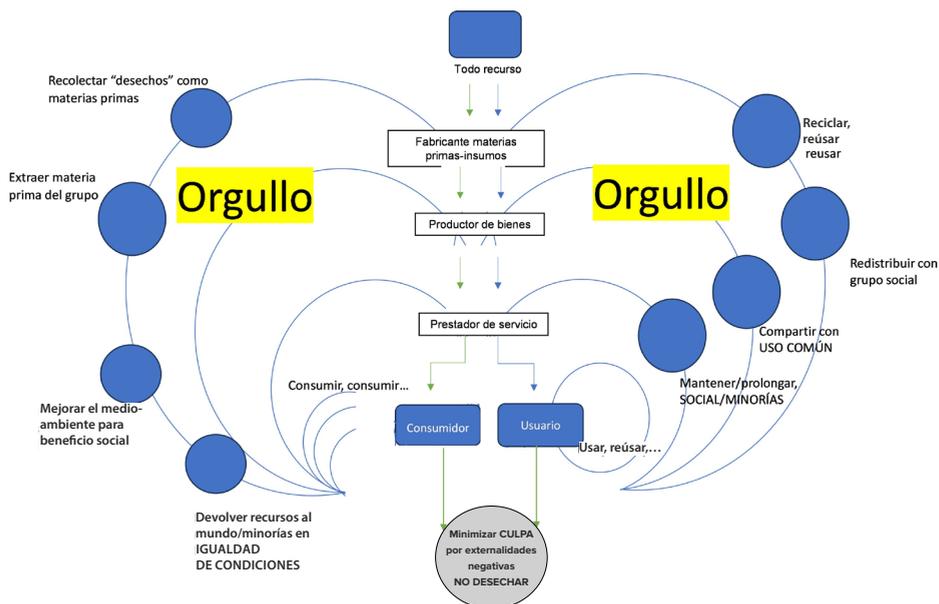
Modelo moral afectivo del desarrollo de la economía circular

El análisis del esquema mariposa de Macarthur y de los seis estadios emocionales morales da como resultado un modelo moral afectivo del desarrollo de la economía circular. Mediante estos se toma conciencia del horror moral, del ecocidio mundial de los desechos humanos. Por ejemplo, la imagen desgarradora de un niño bebiendo de las aguas negras, o de las aguas de ríos completamente llenos de desechos sólidos y químicos industriales. Esto demuestra cómo, bajo la economía lineal y la cultura de consumo predominante, los malos hábitos del humano generan una enorme cantidad de desechos, e implican una cultura de nula recolección de residuos sólidos y una insignificante separación.

Así es como la visión del inminente holocausto de nuestro planeta, de la biosfera, de los recursos naturales, renovables y no renovables, ejemplifica el horror moral de la economía lineal. Esto es, el consumidor adquiere, consume y desecha. Igualmente, el usuario de servicio compra, usa y desecha. A ninguno de los dos le importan las leyes ni los principios ecológicos. En cambio se guían por la cultura, que implica valores, hábitos y tradiciones sobre las mercancías y los servicios.

Por lo anteriormente expuesto, en el presente apartado se hace una síntesis del modelo mariposa de la economía circular, así como de los seis estadios morales emocionales para el aprendizaje y en contra de las barreras culturales de la economía lineal, como se observa en la figura 4.

Figura 4. Modelo mariposa moral emocional para la economía circular



Fuente: Elaboración propia a partir del diagrama de mariposa de Macarthur (2022), con los seis estadios morales emocionales.

De tal forma, como se observa en la tabla 1, se tienen tres niveles y seis estadios morales emocionales del consumidor y del usuario, divididos en dos ciclos, el técnico y el biológico, del esquema mariposa.

Iniciando con los estadios morales, se puede establecer que el consumidor y el usuario de la economía lineal se instauran dentro del primer nivel moral emocional. Ahí se trata de un individuo egoísta, impersonal, inconsciente, insensible incluso, que no siente emoción ni culpa por consumir y desechar, ni orgullo por cumplir algún tipo de mandato. Sólo le importa su propia satisfacción usa, consume y tira cualquier desecho.

El primer nivel preconvenacional se complementa con el estadio moral emocional dos. En este estadio, el consumidor o usuario es interpersonal. Le interesa tener el reconocimiento y evitar el rechazo de la autoridad moral con la que tiene un vínculo emocional (Faigenbaum *et al.*, 2014). Si cumple tiene su aprobación, si no su reproche y, por consiguiente, sentirá orgullo o emoción. En este estadio, el individuo podría recolectar los desechos desde

la perspectiva económica circular, como materias primas para otros procesos. Asimismo, el usuario reutiliza el producto o parte del producto, para extender su empleo, o maximiza la utilidad del servicio o del bien. Además se puede renovar o remanufacturar para el uso de alguien más.

Pasando al nivel convencional emotivo, en el estadio moral emocional tres, el consumidor se identifica con algún grupo social, ya sea su familia, sus amigos, o sus colegas, entre otros posibles (Kohlberg y Hersh, 2009). El consumidor o usuario se siente orgulloso de pertenecer al grupo y recolecta los residuos de este como materia prima de subprocesos. El usuario comparte servicios y materiales con su grupo. Aquí se reúsan y se redistribuyen materiales y servicios obtenidos, motivo por el cual el consumidor siente orgullo de cumplir o culpa por no tener contento al grupo o por incumplir sus expectativas.

El nivel convencional se complementa con el estadio moral emocional cuatro. En él, el consumidor se siente orgulloso de cumplir las reglas sociales (Shi, 2009; Etxeberría *et al.*, 2018). De lo contrario, se sentirá culpable de violarlas. Aquí, los consumidores se interesan por el bien común, se involucran en la generación de materia prima bioquímica, les interesa cuidar la biósfera. Todo usuario de este nivel quiere mejorar el medioambiente para el beneficio social. Por esta razón, el usuario pone a disposición de toda la sociedad sus recursos o servicios obtenidos para el uso comunal.

Finalmente, se encuentra el nivel moral emocional posconvencional del consumidor y del usuario. Es el quinto estadio, donde al consumidor le interesa tanto su sociedad como cualquier minoría de su mundo (Gray, 2008; Jaramillo, 1992). Aquí el consumidor evita la ruptura emocional provocada por la imagen deshonrosa señalada por una minoría social, ecologista o indígena, por comentar los más importantes. En este nivel, los consumidores y usuarios regresan íntegramente los recursos, tal como lo consumieron o lo usaron, al mundo natural, en pro de los grupos explotados o marginados del desarrollo. Se resarce el daño, se devuelven los recursos a las minorías indígenas, afectadas por la explotación y uso de recursos. Asimismo, se reconoce el uso momentáneo de los materiales y se dejan en igual condiciones.

El nivel posconvencional se cierra con el estadio moral emocional sexto y último. Aquí, el consumidor corrige leyes. Por ejemplo, enmienda la norma o costumbre predominante de “consumo, uso y desecho”, por la de “consumir y NO desechar”. En este estadio, el usuario o consumidor se siente orgulloso por componer leyes y actuar conforme a principios éticos y principios humanos universales, como el de ayudar, corregir lo malo, velar por el bien común, salvaguardar el mundo, proteger todo tipo de vida y materia del mundo. En este nivel, el usuario se vislumbra a sí mismo como el legislador idóneo para la equidad legal, pues prescribe que en el mundo no haya residuos ni material que no pueda usarse. Aboga por que toda materia y energía se transformen, por que todo en el mundo tenga un uso.

Tabla 1. Estadios morales emocionales de la economía circular

Estadio moral emocional	Emoción negativa	Emoción positiva	Renovables	Recursos finitos
	Culpa	Orgullo	Consumidor	Usuario
Nivel preconventional				
1. Egoísta, impersonal, sólo identifica su propia satisfacción.	No siente	No siente	Consumir y desechar.	Usar y desechar.
2. Interpersonal: le interesa tener el reconocimiento y evita el rechazo de la autoridad.	Si no cumple con la autoridad	Sí cumple con la autoridad	Recolectar. Los “desechos” son materias primas para subprocesos.	Reciclar. Reusar materiales. Renovar/ remanufacturar.
Nivel convencional				
3. Pertenencia/ identificación de grupo.	Rechazo del grupo	Pertenece al grupo	Identificar y recolectar los residuos del grupo como materia prima de subprocesos.	Reusar/redistribuir dentro del grupo familiar, laboral o social los materiales/servicios logrados.
4. Reglas/contrato social.	Rechazo social	Reconocimiento social	Biosfera, generación bioquímica, mejorar el medioambiente para el beneficio social.	Compartir: poner a disposición de la sociedad los recursos o productos desarrollados para su uso en común.
Nivel posconvencional				
5. Minoría vs. social. Importa la imagen social versus la percepción de toda minoría.	Aceptación social, pero rechazo de minorías	Aceptación social y de minorías	Regresar íntegramente los recursos. Resarcir la naturaleza a las minorías.	Regresar íntegramente los recursos usados. Mantener/ prolongar el uso de los materiales, devolverlos en igual condiciones.
6. Corregir leyes y cumplir principios éticos.	Por no corregir las leyes por no cumplir principios	Por corregir las leyes y cumplir principios	Consumir, no desechar. En el mundo no hay basura.	Usar, reusar y no desechar. Toda materia es bien o es parte de un servicio.

Fuente: elaborada a partir de la aplicación de los seis estadios morales emocionales y los principios de economía circular del esquema de mariposa de Macarthur (2022).

Conclusiones

A partir del análisis dialéctico, del ser racional a la personal moral emocional, fue posible construir el modelo moral afectivo para el desarrollo de la economía circular. Esto fue posible gracias a preceptos educativos para salvar las barreras culturales de un consumo lineal y lograr un desarrollo sustentable.

Se plantea reeducar al consumidor y usuario de una cultura de economía lineal, que son inconscientes e insensibles: consumen, usan y desechan. Esta cultura, desde la perspectiva moral emocional, ubica estos tipos de usuarios y consumidores en un nivel preconventional moral emocional, como individuos egoístas de su propia satisfacción (Thomkins, 1975; Faigenbaum *et al.*, 2014).

Por el contrario, un consumidor y usuario de una cultura de economía circular es consciente y sensible a las afecciones y situaciones de su alrededor, tanto a las de su entorno inmediato como a situaciones lejanas a su ámbito. Los usuarios y consumidores inmersos en esta economía reconocen el afecto del otro individuo y de los otros, de alguien que representa una autoridad moral, alguna persona de su familia, de su grupo profesional o de alguien en cualquiera de los grupos con los que interactúa. Lo anterior es señalado por Shi (2009) y Etxeberría *et al.*, (2018), respecto al nivel posconvencional emotivo, donde el actuar del individuo es guiado por las reglas sociales y donde busca su bienestar y el de quienes forman su círculo cercano.

Terminantemente, el consumidor y el usuario precursores de una economía circular desarrollan fases morales emocionalmente superiores. Ya sea como correctores de leyes obsoletas, actores con equidad moral, empáticos hacia las minorías, desprotegidos de bienes o servicios elementales, o como consumidores idealistas de principios morales universales, cuya finalidad es la perfección de normas y del buen obrar del ser humano, a fin de que este logre su felicidad y el bien común.

Se espera que en futuras investigaciones se compruebe la efectividad de este modelo al implementarlo en la sociedad y que permita crear una cultura de apropiación de la economía circular, luego de un análisis de las emociones morales como impulsoras del desarrollo de la economía circular.

Referencias bibliográficas

- Amorim, V., y Sastre, G. (2003). Moralidad, sentimientos y educación. *Educar*, 31, 47-66. <https://doi.org/10.5565/rev/educar.304>.
- Berthe B. (2017). Le sentiment de culpabilité au travail, nécessaire au management des hommes. *La Revue des Sciences de Gestion*, 285-286(3), 31-40. <https://doi.org/10.3917/rsg.285.0031>.

Córdoba-Meriño, R., Cantillo-Manjarrez, I., De Horta-Martínez, M., Guerra-Arocha, E., Monsalve-Muñoz, M., Sánchez-Medina, J., Rada-Brieva, M., Correa-Torres, M., Alcalá-Sierra, C., Silva-Barrios, C., García-Passo, L., Granados-Rada, E., Jiménez-Oliveros, H., Meléndez-García, A., Orozco-Sánchez, V., Rodríguez-Rayó, C., y Dennys -Saavedra, D. (2018). Cultura ciudadana para el manejo de residuos sólidos mediante la investigación como estrategia pedagógica. *Cultura, Educación y Sociedad*, 9(3), 141-152. <http://dx.doi.org/10.17981/cultedusoc.9.3.2018.17>.

Córdova, M., Salgado, L., y Bravo, B. (2021). Economía circular y su situación en México. *Indiciales*, 1(1), 25-37. <https://doi.org/10.52906/ind.v1i1.7>.

Cresswell, J., Wagoner, B., y Hayes, A. (2017). Rediscovering James' Principles of Psychology. *New Ideas in Psychology*, 46, 1-6. <https://doi.org/10.1016/j.newideapsych.2017.03.001>.

De Miguel, C., Martínez, K., Pereira, M., y Kohout, M. (2021). *Economía circular en América Latina y el Caribe: oportunidad para una recuperación transformadora*, Documentos de Proyectos (LC/TS.2021/120), Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

Englander, Z. A., Haidt, J., y Morris, J. (2012). Neural basis of moral elevation demonstrated through inter-subject synchronization of cortical activity during free-viewing. *PLoS One*, 7(6), e39384. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0039384>.

Etxebarria, I., Etxebarria, I., y Urdaneta, E. (2018). Profiles in emotional aging: Does age matter? *Aging and Mental Health*, 22(10), 1-9. <https://doi.org/10.1080/13607863.2017.1286450>.

Faigenbaum, G., Castorina, J., Helman, M., y Clemente, F. (2014). El enfoque piagetiano en la investigación del juicio moral: alternativas frente al naturalismo y el relativismo. *Estudios de Psicología*, 24(2), 205-222. <https://doi.org/10.1174/021093903765762910>.

Freud, S. (1923). *Das Ich und das Es*. Internationaler Psychoanalytischer Verlag.

Gray, L. (2008). Becoming self-harm, theodicy and neo-primitive organizing - necessary evil or evil of necessity? *Culture and Organization*, 14(2), 151-169. <https://doi.org/10.1080/14759550802079291>.

Greene, J., y Haidt, J. (2002). How (and where) does moral judgment work? *Trends in Cognitive Sciences*, 6(12), 517-523. [https://doi.org/10.1016/S1364-6613\(02\)02011-9](https://doi.org/10.1016/S1364-6613(02)02011-9).

- Greene, J., Nystrom, L., Engell, A., y Darley, J. (2004). The neural bases of cognitive conflict and control in moral judgment. *Neuron*, 44(2), 389-400. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2004.09.027>.
- Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, P. (2018). *Metodología de la investigación* McGraw-Hill Interamericana.
- Illouz, E. (2009). Emotions, imagination and consumption: A new research agenda. *Journal of Consumer Culture*, 9(3), 378-413. <https://doi.org/10.1177/1469540509342053>.
- Jaramillo, J. (1992). El sentimiento de culpa, el superyó y la pulsión de muerte. *Revista Colombiana de Psicología*, (1), 30-37. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/psicologia/article/view/15711/16538>.
- Kohlberg, L., y Hersh, R. (2009). Moral development: A review of the theory. *Theory into Practice*, 16(2), 53-59. <https://doi.org/10.1080/00405847709542675>.
- Kemp M. (2011). Dehumanization, Guilt and Large Group Dynamics with Reference to the West, Israel and the Palestinians. *British Journal of Psychotherapy*, 27(4), 383-3405. <https://doi.org/10.1111/j.1752-0118.2011.01250.x>.
- Kohlberg, L., y Wasserman, E. (1980). The Cognitive-Developmental Approach and the Practicing Counselor: An Opportunity for Counselors to rethink their roles. *The Personnel and Guidance Journal*, 58, 559-567. <https://doi.org/10.1002/j.2164-4918.1980.tb00450.x>.
- Macarthur, E. (2022). *The butterfly diagram: visualising the circular economy*. Fundación Ellen Macarthur. <https://ellenmacarthurfoundation.org/articles/the-technical-cycle-of-the-butterfly-diagram>.
- Mena, M. (2022). *Generación de residuos. Un mundo de residuos*. Statista. <https://es.statista.com/grafico/27140/desechos-solidos-municipales-generados-per-capita-al-ano/>.
- Nisan, M., y Kohlberg, L. (1982). Universality and Variation in Moral Judgment: A Longitudinal and Cross-sectional Study in Turkey. *Child Development*, 53(4), 865-876. <https://doi.org/10.2307/1129123>.
- Orsi, R. (2006). Emociones morales y moralidad. *Ideas y Valores*, 55(131), 33-49. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=80915454002>.
- Piaget, J. (1991). *Seis estudios de psicología*. Seix Barral.

Pearce, D., y Turner, R. (1990). *Economics of natural resources and the environment*. Harvester Wheats.

Pomar, S. (2021). La economía circular en los nuevos modelos de negocio. *Entreciencias*, 9(23), 1-16. <https://www.scielo.org.mx/pdf/edsc/v9n23/2007-8064-edsc-9-23-e2379933.pdf>.

Prieto, V., Jaca, C., y Ormazabal, M. (2017). Economía circular. *Memoria Investigaciones en Ingeniería*, (15), 85-95. <http://revistas.um.edu.uy/index.php/ingenieria/article/view/308>.

Prinz, J. (2006). The Emotional Basis of Moral Judgments. *Philosophical Explorations*, 9(1), 29-43. <https://doi.org/10.1080/13869790500492466>.

Sepúlveda, A. (2022). Cerremos el círculo. *Cuadernos Médico Sociales*, 62(3), 35-38. <https://doi.org/10.56116/cms.v62.n3.2022.513>.

Shi, X. (2009). Continuing commentary: Emotions of guilt and shame: Towards historical and intercultural perspectives on cultural psychology. *Culture and Psychology*, 15(3), 363-371. <https://doi.org/10.1177/1354067X09337870>.

Steinfath, H. (2015). Emociones, valores y moral. *Universitas Philosophica*, 31(63), 71-96. [10.11144/Javeriana.uph31-63.evms](https://doi.org/10.11144/Javeriana.uph31-63.evms).

Stoltz, T. (2018). Consciousness in Piaget: Possibilities of understanding. *Psicologia: Reflexao Critica*, 31(1), 1. <https://doi.org/10.1186/s41155-018-0110-3>.

Taylor, J. (2012). Hume on the Dignity of Pride. *Journal of Scottish Philosophy*, 10(1), 29-49. <https://doi.org/10.3366/jsp.2012.0026>.

Tomkins, S. S. (1975). Distinguished contribution award: The phantasy behind the face. *Journal of Personality Assessment*, 39(6), 550-562. https://doi.org/10.1207/s15327752jpa3906_1.

Tracy, J. L., y Robins, R. W. (2007). Emerging insights into the nature and function of pride. *Current Directions in Psychological Science*, 16(3), 147-150. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8721.2007.00493.x>.

Vélez García, A., y Ostrosky-Solís, F. (2006). From morality to moral emotions. *International Journal of Psychology*, 41(5), 348-354. <https://doi.org/10.1080/00207590500345898>.

Agradecimientos

Al Consejo Nacional de Ciencia, Humanidades y Tecnología (Conahcyt) de México, por su apoyo al primer autor en la realización de la estancia posdoctoral en la Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco (UAM-A).

Al Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Tabasco (CCYTET) por apoyar a los autores en su proyecto: PRODECTI-2022-01/6, “Un modelo moral afectivo para el desarrollo de la economía circular. Una opción contra la barrera cultural”. Del cual se deriva el presente trabajo.

Economía circular aplicada a los residuos de la venta y cría de productos del avestruz en México

Cecilia Erika Ramírez Alba*
Jesús Máximo Montes Díaz**

***ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-7670-7104>; **ResearchGate:** <https://www.researchgate.net/profile/Cecilia-E-Ramirez-Alba>

Doctora en Procesos Biotecnológicos, candidata al Sistema Nacional de Investigadores, Universidad de Guadalajara, México.

****ORCID:** <http://orcid.org/000-0002-5931-2338>; **ResearchGate:** <https://www.researchgate.net/profile/Jesus-Montes-8>

Doctor en Tecnologías de la Información, Universidad de Guadalajara, México.



Resumen

La economía circular emplea la reutilización, intercambio, reparación, restauración, refabricación y el reciclaje para crear un sistema de circuito cerrado, que minimiza el uso de insumos, recursos, creación de desechos, contaminación y emisiones de carbono. El avestruz es una fuente de carne sustentable, mientras que el hueso representa un tejido de desecho que podría usarse potencialmente para el desarrollo de implantes biomédicos de tejido óseo, diseñados para las necesidades quirúrgicas del paciente. Este capítulo plantea la aplicación de estrategias en economía circular y sostenibilidad para la industria biotecnológica que utiliza residuos de la venta y cría de productos de avestruz. Además, el capítulo contribuye a la propuesta de soluciones sustentables e innovadoras para la ciencia, la industria biotecnológica y el arte, pues proporciona un marco que permitirá abordar futuras pruebas biomédicas e identificar rápidamente residuos orgánicos, sostenibles y prometedores, para andamios de tejidos innovadores como implantes para trompas uterinas, duramadre en el cerebro, fabricados de cartílago, tendón y colágeno de avestruz, además de otras propuestas de valor cultural. Para este fin, hemos utilizado la investigación documental y descriptiva. La metodología fue el análisis de datos secundarios en artículos científicos, bases de datos y la exposición del caso de éxito de OTB México, un emprendimiento de base biotecnológica. Como resultado, se muestra el modelo de negocio que utiliza los desechos del avestruz (colágeno, tendón, hueso y cartílago). Finalmente, concluimos que aplicar la economía circular y sostenibilidad a otras estructuras del avestruz que son productos de desechos, se considera una tendencia de investigación actual, pues aplicar economía circular a los desechos de la producción de implantes representa desafíos y perspectivas futuras para el desarrollo de suplementos alimenticios. Lo anterior puede mejorar el estado de las estructuras óseas de uso médico humano y veterinario, así como el impulso al desarrollo económico de los estados en donde se cría el avestruz en México.

Palabras clave: *avestruz, biotecnología, economía circular, implantes, residuos, sustentabilidad.*

Abstract

The circular economy employs reuse, exchange, repair, refurbishment, remanufacturing and recycling to create a closed loop system, minimizing the use of inputs, resources, waste creation, pollution and carbon emissions. Ostrich is a sustainable source of meat, while the bone represents a waste tissue that could potentially be used as a scaffold for the development of biomedical bone tissue implants tailored to the patient's surgical needs. This chapter proposes the application of circular economy and sustainability strategies for the biotechnology industry using waste from the sale and breeding of ostrich products, and contributes to the proposal of sustainable and innovative solutions to science, the biotechnology industry and the arts by providing a framework that will enable future biomedical testing, rapid identification of organic, sustainable and promising waste for innovative tissue scaffolds such as implants for uterine tubes, brain dura mater, cartilage, tendon and ostrich collagen, and cultural value proposition; for this purpose, we have used documentary and descriptive research. The methodology was the analysis of secondary data secondary data analysis in scientific articles, databases and the presentation of the success case of OTB Mexico, a biotechnology-based venture. As results, the following is shown business model using ostrich waste (collagen, tendon, bone and cartilage). In conclusion, applying circular economy and sustainability to other ostrich structures that are waste ostrich structures that are waste products are considered current research trends, which by applying circular economy to waste from the production of implants represents production represents future challenges and prospects for the development of dietary supplements to improve the condition of human medical bone structures for human and veterinary medical use, as well as boosting the economic development of the states where ostriches are raised in Mexico.

Keywords: *ostrich, biotechnology, circular economy, implants, waste, sustainability.*

Introducción

El Plan Nacional de Desarrollo de México 2019-2024 expone los objetivos y estrategias prioritarias durante el sexenio. Los ejes generales son justicia y estado de derecho, así como bienestar y desarrollo económico; los ejes transversales son igualdad de género, no discriminación e inclusión. Además, combate a la corrupción y mejora de la gestión pública, así como territorio y desarrollo sostenible. Uno de los principales retos que enfrenta México en materia de desarrollo sostenible y sustentable es incluir al medioambiente como uno de los elementos de la competitividad y para el desarrollo económico y social. Entre los factores clave del desarrollo sustentable, se encuentra el manejo de residuos. Desde el enfoque sustentable, los desechos de la cría y venta de productos del avestruz, tales como el cartílago, hueso, tendón y colágeno, pueden ser procesados para la aplicación de estrategias en economía circular y sostenibilidad para la industria biotecnológica. En la actualidad, estos subproductos del avestruz no tienen utilidad, son considerados productos de desecho. En México, todo lo no aprovechable es incinerado o depositado en la basura.

Reducir la huella de carbono es uno de los objetivos sostenibles de la ONU. El cambio climático es evidente y ya vivimos las consecuencias de ello, no sólo en nuestro país, las desgracias naturales a nivel mundial son consecuencia de los desajustes en el medioambiente debido al mal uso de los recursos naturales a nuestro alcance. El Informe 2018 del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) advierte a la población de las consecuencias nefastas, como el riesgo de inundaciones, si la Tierra supera la marca de 1.5 °C de aumento de la temperatura para 2030 (McCarthy *et al.*, 2018). Las investigaciones que identifican soluciones para combatir el cambio climático indican que, si bien la adopción de energías renovables junto con el cierre de centrales de combustibles fósiles abordan el 55% de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), el 45% restante de las emisiones “más difíciles de abortar” puede combatirse mediante una transformación de la “forma en que diseñamos, producimos y utilizamos los bienes” (Rockström *et al.* (2009). Para lograr esto último, la economía circular (EC) desempeña un papel importante.

La EC se define como “un sistema económico que sustituye el concepto de ‘fin de vida’ por la reducción, la reutilización alternativa, el reciclaje y la recuperación de materiales en los procesos de producción/distribución y consumo” (Schroeder *et al.*, 2019). La recirculación de materiales de vuelta al sistema permite que los productos conserven su valor y, por lo tanto, constituye una mejor alternativa en comparación con el modelo económico lineal predominante de “tomar-hacer-desechar.” El cambio de un modelo lineal a uno circular reduce la demanda de insumos de recursos en bruto y la eliminación de residuos, dos actividades que consumen mucho carbono y que están estrechamente relacionadas con el calentamiento global

(Pratt y Lenaghan, 2015). Por lo tanto, la EC ha sido reconocida como una estrategia de mitigación adecuada contra los problemas del cambio climático, la escasez de recursos y la eliminación de residuos. Además, la EC no sólo ha sido reconocida como una estrategia del cambio climático, sino también como un medio para alcanzar los objetivos de desarrollo sostenible (ODS), tales como el agua limpia y el saneamiento (ODS 6); la energía asequible y limpia (ODS 7); la reducción de la pobreza (ODS 8); el trabajo decente y el crecimiento económico (ODS 8); el consumo y la producción responsables (ODS 12); el cambio climático (ODS 13); y la vida en la tierra (ODS 15) (Schroeder *et al.*, 2019).

Impulsados por el importante potencial de la EC, los académicos, científicos y empresarios que trabajan sobre el aspecto negativo de los residuos y su impacto en el medioambiente del sector privado (Korhonen *et al.*, 2018; Zink y Geyer, 2017; Reike *et al.*, 2018) han investigado cómo pueden incorporarse los principios de la EC en las operaciones empresariales. En este capítulo se muestra el caso de éxito de un modelo de negocio circular (CBM), aplicado a la cría y venta de productos del avestruz registrado ante el Instituto Mexicano de Propiedad Intelectual (IMPI) como OTB México para el territorio nacional y como Ostrich Tissue BioXenoGraft México, cuyo logo se muestra en la figura 1.

Figura 1. Logotipo y nombre de modelo de negocio circular (CBM) para comercio nacional e internacional. Número de registro en IMPI: 2738882 y 729461, respectivamente



OTB
México



Ostrich Tissue BioXenoGraft
México

Fuente: Marcanet. (2023). Consulta la disponibilidad de la marca [Fotografía]. <https://acervomarcas.impi.gob.mx:8181/marcanet/vistas/common/home.cgi>

En México, recientemente se han propuesto y desarrollado los modelos empresariales de economía circular (por sus siglas en inglés CEBM) o los modelos empresariales circulares (CBM). Este tema ha atraído el interés de profesionales (EMF Ellen MacArthur Foundation, 2013, 2019), responsables políticos (Comisión Europea, 2019) e investigadores (Adam *et al.*, 2018; Bocken *et al.*, 2018; Rizos *et al.*, 2016; y, para revisiones recientes, Ramírez

et al., 2021). Los académicos sostienen que, si el sector privado va a liderar las transiciones hacia la economía colaborativa mediante el modelo de la quintuple hélice (gobierno, academia, industria, sociedad y medioambiente), será necesario hacer mucho más hincapié en los modelos de negocio en los discursos futuros (Kirchherr *et al.*, 2017; Lewandowski, 2016, Cruce ITESO, 2021), ya que es importante describir con precisión cómo las empresas diseñan, crean y ofrecen valor en consonancia con la economía colaborativa.

Este capítulo tiene como pregunta de investigación: ¿Cómo impacta la economía circular (EC) aplicada a los residuos de la venta y cría de productos del avestruz en México? Para dar respuesta ofrece una descripción general de la historia, situación actual de la cría comercial de avestruces en México, los residuos de la cría y venta de productos de avestruz, sus ventajas competitivas como biomateriales sostenibles, así como una breve descripción de los modelos de negocio circulares para permitir a los lectores no familiarizados con el tema dar sentido a la literatura sobre CE y CBM. Por último, se propone el caso de estudio anteriormente mencionado como OTB México. Mediante la aplicación Canvas se llegó a un modelo empresarial circular holístico integrado (integrado porque involucra la quintuple hélice).

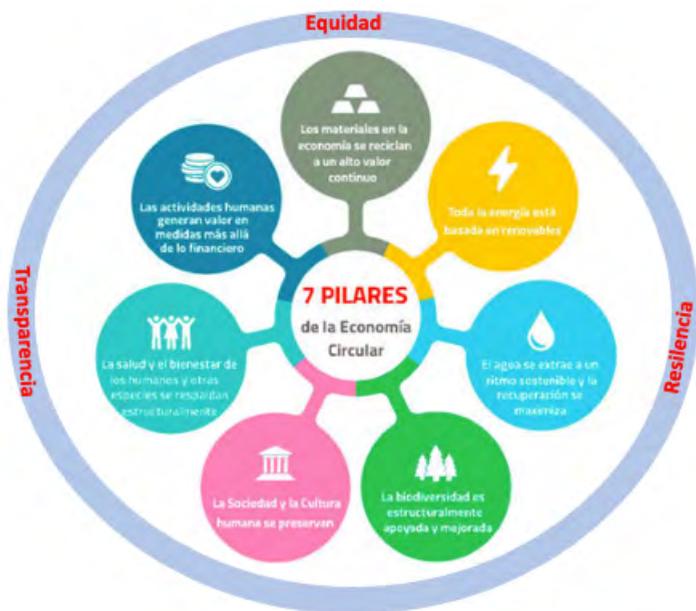
Materiales y métodos

El presente caso de estudio se realizó mediante la investigación documental. Se aplicó la metodología del Instituto de Gestión de Proyectos (PMI, por sus siglas en inglés), impartido por Ticher Institute, el cual empleó los procesos de iniciación, planificación, ejecución, monitoreo-control y cierre, a las 10 áreas del conocimiento de dicha metodología (gestión de la integración, alcance, tiempo, costo, calidad, adquisiciones, recursos humanos, comunicaciones, riesgos e interesados). Para las etapas de alta incertidumbre y riesgo, se ha aplicado la estrategia de desarrollo incremental, en lugar de la planificación y ejecución completa del proyecto mediante el marco de trabajo de Scrum, el cual sirve para que equipos multidisciplinares trabajen en entornos complejos, donde los requisitos son muy cambiantes y los resultados se tienen que obtener en un plazo corto de tiempo. La metodología se aplicó en el análisis de datos secundarios en artículos científicos, en bases de datos del IMPI y OMPI, así como en la exposición del caso de éxito de OTB México, en tanto emprendimiento de base biotecnológico, ciencia en materiales y biomédico. El diseño de investigación documental incluyó los siguientes niveles de investigación:

- *Exploratorio*: se buscó artículos científicos que incluyeran avances en el estudio de desechos de la cría y venta de productos de avestruz (cartílago, tendón, hueso y colágeno), en donde se incluyeran los siete pilares de la economía circular, los cuales se muestran en la figura 2. La economía circular se convierte así en una piedra angular de un nuevo acuerdo verde (o *Green New Deal*) que no sólo se discute en el viejo continente, sino que también tiene sus expresiones en los

Estados Unidos y en países de nuestra región que buscan acelerar sus planes nacionales, como Chile, Colombia, Ecuador, Perú y México. Estos pilares están sustentados en los 17 objetivos de la ONU (Cursos de RSE, Sostenibilidad, 2020).

Figura 2. Los siete pilares de la economía circular (Cursos de RSE, Sostenibilidad, 2020)



Fuente: Capacitarse. (2020, abril 7). 7 Pilares para orientar la Estrategia de Circularidad. <https://www.cursosderse.com/2020/04/7-pilares-economia-circular/>

- *Descriptivo:* permitió conocer las propiedades, cualidades y características de emprendimientos relacionados con la cría y venta de avestruces, así como sus productos. Tal es el caso de estudio de OTB México con sus subproductos.
- *Explicativo:* se indagó las causas y las condiciones que generan los nuevos avances biotecnológicos en materia de dispositivos biomédicos, la trascendencia de las aportaciones de OTB México y cuál es el lugar que ocupa México en este campo.

Las variables de inclusión:

- Artículos científicos que describan al avestruz, cría y venta de productos, así como estudios de sus características fisiológicas y anatómicas con cualquier metodología.

- Bases de datos, *web*, libros, notas periodísticas, entrevistas y redes sociales.

Las variables de exclusión:

- Videos.

Historia y situación actual de la cría comercial de avestruces en México

El uso comercial del avestruz tuvo su origen en Sudáfrica, país que lideró la producción de esta especie con el 60% de la carne, piel y plumas en el mercado mundial (Hoffman y Cawthorn, 2014). Según Benson (2012), los primeros países que secundaron a Sudáfrica en la producción de avestruces fueron los vecinos Namibia, Zimbabue y Botsuana, así como Australia, Alemania, Francia y Bélgica. Después, en una segunda oleada, se incorporaron países como Estados Unidos, Canadá, España, Portugal, Italia y Grecia. Por último, en una tercera oleada, los avestruces llegaron a territorios de Argentina, Brasil, Perú, Colombia, Venezuela, Chile y México. El avestruz despertó el interés de inversionistas en diferentes partes del mundo, debido a las cualidades productivas y aprovechamiento integral de la especie (Brand y Jordaan, 2011; Ghaffari Moghadam, 2016; Abbas *et al.*, 2018), así como por los beneficios nutricionales de su carne (Majewska *et al.*, 2009; Polawska *et al.*, 2013; Al-Khalifa y Al-Naser, 2014; Medina y Aguilar, 2014; Abbas *et al.*, 2018). El hecho que desencadenó la incorporación del avestruz como especie productiva en diversos territorios fueron los brotes de encefalopatía esponjiforme bovina en los años 1986 y 2002, en Europa y Estados Unidos, respectivamente, debido a la similitud sensorial entre la carne de vacuno y la de avestruz (Shanawany y Dingle, 1999). Además, la desregulación de la exportación de aves vivas desde Sudáfrica, en 1998, también fue un hecho que facilitó la adquisición de reproductores por parte de otros países (Pittaway y Van Niekerk, 2015).

Aunque la producción de avestruces ha disminuido considerablemente en muchos países, la especie sigue despertando un gran interés zootécnico, ya que el consumo de su carne se considera una opción adecuada para los consumidores a los que les gusta la carne roja y también se preocupan por su salud (Akram *et al.*, 2019). Asimismo, el interés por la especie se vio reflejado en la evolución que mostraron las investigaciones en temas relacionados con la eficiencia productiva (González-Redondo *et al.*, 2014), la mejora en la calidad de la piel que se extrae del avestruz para la fabricación de artículos de cuero (Jordaan *et al.*, 2008) y en la optimización de los métodos para la extracción de aceite, producto al que se le reconocen importantes cualidades nutricionales, cosméticas y farmacéuticas (Ponphaiboon *et al.*, 2018).

México ha sido parte del apogeo de la venta de carne del avestruz. La autoridad encargada de regular el manejo de esta especie tenía un registro de más de 300 granjas entre 1991 y 2015. Por otro lado, en 2012, el organismo encargado de la promoción de la carne de avestruz en México estimaba

en 800 el número de granjas que incorporaban al avestruz, considerando todas aquellas que no estaban registradas oficialmente (Islas y Rendón, 2020). El mismo organismo de promoción estimó que en 2016 no existían más de 30 granjas cuya actividad principal era la producción comercial de avestruz. Actualmente, en el presente año 2023, hay dos granjas muy activas en el estado de Jalisco (Avestruces El Dorado) y Yucatán (Rancho Tikva), de las cuales la segunda es la más activa por su diversidad en subproductos y restaurante, como se muestra en figura 3. Bajo este contexto, el objetivo del presente capítulo es presentar un estudio de caso que correlacione la situación actual de la cría comercial de avestruces en México, con los subproductos y la aplicación de EC a los desechos que genera esta actividad, desde la llegada de las primeras aves hasta las granjas actuales. Asimismo, busca resaltar la importancia de la EC, sus desafíos y perspectivas futuras.

Figura 3. Imágenes tomadas de las páginas de Facebook e Instagram de las granjas “Avestruces El Dorado” y “Rancho Tikva”



Fuente: Avestruces el Dorado. (2023). Inicio [Página de Facebook]. Facebook. Recuperado el 20 de diciembre de 2023 de <https://www.facebook.com/search/top?q=avestruces%20el%20dorado>. Rancho Tikva [@ranchotikva]. (2023, diciembre 5). [Fotografía]. Instagram. <https://www.instagram.com/ranchotikva?igsh=aHAzbzVkZn14dTE3>

La historia de la producción comercial de avestruz en México se construyó desde la fundación de la primera granja formalmente registrada, hasta los acontecimientos recientes que dieron lugar a las granjas que permanecieron activas en 2016. La descripción histórica se elaboró de acuerdo con los objetivos de Laudan *et al.* (1986), con una construcción analítica de los acontecimientos sociales, culturales y económicos que conforman la realidad presente. La información sobre los acontecimientos históricos se obtuvo a partir de entrevistas con los actuales propietarios de las explotaciones, antiguos

agricultores, antiguos dirigentes de las organizaciones hoy desaparecidas, funcionarios y exfuncionarios del gobierno y comercializadores.

La descripción de las granjas y criaderos que permanecen activas hasta 2023, y que habían decidido colaborar aportando información para el desarrollo de este capítulo, se basó en la estadística descriptiva aplicada a variables e indicadores que identifican y miden diferentes atributos. Para ello, se realizaron entrevistas a los propietarios mientras los entrevistadores permanecieron al menos un día laborable en la explotación para observar los procesos internos. Como instrumentos de detección se aplicaron una guía de observación y un cuestionario semiestructurado para la entrevista. La información recolectada se relaciona con las siguientes variables: características generales de la granja, incluyendo nombre, edad, ubicación, escala, características del propietario, importancia de los ingresos y vínculos con otras granjas, organizaciones e instituciones. Asimismo, se relaciona con el perfil técnico y productividad, incluidas las prácticas técnicas aplicadas durante el proceso de producción y los indicadores de productividad; productos y actividades para añadir valor incluyendo precios, presentaciones, importancia en los ingresos de cada producto, instalaciones para la transformación de los productos, marcas, certificaciones, destinos y canales de comercialización, mensajes y medios de promoción (Islas y Rendón, 2020).

La historia de la producción comercial de avestruces en México comenzó en 1988, cuando 92 avestruces procedentes de Sudáfrica llegaron por vía aérea a la ciudad de Reynosa, en el estado de Tamaulipas. Esta fue la primera granja de registro oficial dedicada a la producción y comercialización de avestruces y sus derivados. En 1992, esta granja contaba con 500 hembras de avestruz y estableció el primer gran centro de incubación de esta especie en el país, el cual contaba con una incubadora con capacidad para 2600 huevos y una nacedora capaz de incubar 380 pollos (Islas y Rendón, 2020).

En 1995 se realizó la primera gran distribución de avestruces en México. El gobierno del estado de Tamaulipas puso en marcha un programa ganadero que compró 600 reproductores y entregó una pareja (un macho y una hembra) a 300 nuevos granjeros que, en gran medida, no tuvieron éxito en el manejo comercial de la especie. Un año después, en el estado de Sinaloa, surge la segunda gran granja dedicada a la producción comercial de avestruces, la cual adquirió su parvada de reproductores de la primera que surgió en Tamaulipas. Esta segunda granja se distinguió por su intensa labor de promoción de la carne de avestruz, a través de su marca, principalmente en las ciudades de Guadalajara y Monterrey (Islas y Rendón, 2020).

En 1997, nacieron dos granjas más en las ciudades de Monterrey y Querétaro. Este par de empresas se caracterizaron por ser fundadas por reputados empresarios de sectores distintos al ganadero y al sector primario, lo que reflejó el atractivo de las inversiones en la producción de avestruz en ese momento. Cabe destacar que estas empresas fueron las primeras

en vender la carne que producían en tiendas de autoservicio. En ese mismo año, Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (FIRA), una de las instituciones públicas más importantes para el financiamiento, capacitación, asesoría técnica y transferencia de tecnología del sector agropecuario en México, reconoció al avestruz como una especie altamente productiva y publicó un manual titulado *El avestruz es una alternativa rentable en la producción pecuaria de México*. Tan grande fue el interés de FIRA en la producción comercial de avestruz, que implementó un módulo demostrativo de ciclo completo en la ciudad de Morelia (Islas y Rendón, 2020).

La producción pecuaria del avestruz inicia a partir de un trío de avestruces adultas (un macho y dos hembras), así como la cría y venta de huevo para incubación y polluelos, como se muestra en figura 4.

Figura 4. Trío de avestruces adultas (un macho y dos hembras) y la cría y venta de huevo para incubación y polluelos. Cortesía de criaderos de Medio Oriente en Instagram y de “Avestruces el Dorado” en Facebook



Fuente: Avestruces el Dorado. (2023). Inicio [Página de Facebook]. Facebook. Recuperado el 20 de diciembre de 2023 de <https://www.facebook.com/search/top?q=avestruces%20el%20dorado>. Rancho Tikva [@ranchotikva]. (2023, diciembre 5). [Fotografía]. Instagram. <https://www.instagram.com/ranchotikva?igsh=aHAzbzVkZnI4dTE3>

Rendimiento del consumo de avestruz en México

El ganado vacuno y sus productos son los más consumidos por la población mexicana. La emisión de metano procedente de la fermentación entérica de los rumiantes es una de las principales fuentes de emisión de gases de efecto invernadero (GEI) y uno de los principales problemas del calentamiento global. La emisión de metano es el segundo gas de efecto invernadero más importante de la atmósfera (Carmona *et al.*, 2005), y está asociado a la pérdida de energía en la dieta, lo que reduce la eficiencia alimentaria. Debido a sus efectos negativos sobre el medioambiente, en las últimas décadas se ha planteado la mitigación del metano. Hasta la fecha se han realizado numerosos esfuerzos para reducir las emisiones de metano de los rumiantes. Los enfoques de mitigación más comunes son la manipulación del rumen, la alteración de la fermentación ruminal, la modificación de la biodiversidad microbiana del rumen por diferentes medios y, en raras ocasiones, la manipulación de los animales. Sin embargo, todavía falta una exploración exhaustiva de un enfoque sostenible de mitigación del metano. La modificación de la dieta está directamente relacionada con los cambios en el patrón de fermentación ruminal y los tipos de productos finales. Los estudios han demostrado que cambiar el patrón de fermentación es una de las formas más eficaces de reducir el metano. Los cambios deseables en la dieta proporcionan un doble beneficio: mejoran la producción y reducen las emisiones de GEI (Boadi *et al.*, 2004).

La concentración atmosférica actual de metano es de aproximadamente 1889 ppb y está aumentando a un ritmo medio de 10 ppb al año (Sharma, 2005). La fermentación entérica, con una emisión anual de 87-97%, sigue siendo una de las mayores fuentes de metano en el sector agrícola (González y Ruíz, 2007). La contribución a la emisión anual de metano entérico es del 77 y del 13%, respectivamente (Goel *et al.*, 2003). India tiene aproximadamente el 13% de la población mundial de ganado vacuno y el 53% de la población mundial de búfalos (Ellis *et al.*, 2007) y estos representan 4.92 y 2.91% de la emisión global anual de metano entérico de las respectivas especies (González y Ruíz, 2007). Estas dos especies bovinas principales son responsables en conjunto de más del 85% de la emisión total de metano entérico en la India. El ganado vacuno y los búfalos contribuyen en un 48 y un 49% a la producción total anual de leche (198 millones de toneladas métricas) en India (Sharma, 2005). La metanogénesis es un importante sumidero de H_2 en el rumen. Sin embargo, el metano tiene una energía incorporada de 39.5 kJ/l (Beauchemin *et al.*, 2007), por lo que el metano emitido por el ganado representa entre el 2 y el 12% de la ingesta energética bruta (Johnson *et al.*, 1994).

La producción de un kilo de carne de avestruz requiere menos agua, alimento, espacio, tierra y genera mucho menos emisiones y desperdicio de gases de efecto invernadero, en comparación con otras especies. Los avestruces producen menos de un 5% de los gases de efecto invernadero por kilo producido de carne de res. El avestruz no emite prácticamente metano

debido a que consume sus heces por lo que su relación de conversión de alimentación es superior. De esta forma, la cría y venta de productos de avestruz representa una reducción de la huella de carbono ambiental.

En el estudio realizado por la Oficina Estatal de Información para el Desarrollo Rural Sustentable del Estado de Baja California, en el mes de agosto de 2009, muestra datos interesantes descritos en la tabla 1, con respecto al rendimiento, consumo y aprovechamiento total del avestruz (Sefoa, 2013).

Tabla 1. *Peso medio, rendimiento en canal y en subproductos sobre la base del peso vivo de un avestruz de 10 a 14 meses de edad*

COMPONENTES	PESO (kg)	% PESO VIVO	COMPONENTES	PESO (kg)	% PESO VIVO
Peso vivo	95.54	-	Cabeza	0.78	0.82
Canal en caliente	55.91	-	Piel	6.71	7.04
Canal fría	54.57	-	Corazón	0.94	0.99
Rendimiento a la canal	-	58.59	Pulmones y tráquea	1.29	1.36
Total de carne magra	34.11	35.7	Molleja y buche llenos	5.8	6.05
Total de grasa de la canal	5.03	5.26	Molleja y buche vacíos	2.15	2.26
Total de huesos de la canal	14.61	15.3	Grasa intestinal	0.87	0.9
Los 10 músculos mayores	22.59	23.64	Hígado	1.42	1.49
Recortes de carne	11.52	12.06	Vísceras	8.29	8.68
Plumas	1.74	1.85	Grasa abdominal	4.11	4.28
Sangre	2.98	3.11	Riñones	0.39	0.41
Alas	0.74	0.78	Aparato reproductor macho	0.08	0.09
Patas	2.51	2.64	Aparato reproductor hembra	0.18	0.18
Cola	0.36	0.38	Placa del esternón	1.22	1.29

Fuente: Oficina Estatal de Información para el Desarrollo Rural Sustentable del Estado de Baja California (2019).

En la tabla 1 se puede observar que el cartílago no se encuentra contabilizado; probablemente está incluido en el rubro de patas o en el total de huesos. La grasa abdominal se utiliza para la preparación de cremas, sueros y aceites con fines cosméticos. Las vísceras sirven como alimento de mascotas. El huevo es para consumo humano, un huevo equivale a 35 huevos de gallina. Mientras que el cascarón de huevo se ha utilizado con propósito de ornato, reconocimiento y arte, como se muestra en figura 5.

Figura 5. Obras de arte que pertenecen a la colección “Economía Circular” de OTB México. Los colores de las obras tienen un significado: blanco (salud) y dorado (abundancia y riqueza que provee el avestruz).



Fuente: OTB México. (2022). Colección “Economía Circular” [Pinturas]. Galeria Adriana Valdés, Jalisco, México. <https://galeriaadrianavaldes.com.mx>

El arte reciclado puede describirse vagamente como aquel que utiliza como medio principal materiales que normalmente se desechan. Encarna una visión del arte como parte de una economía circular, pues hace un uso funcional y estético de lo que, en otros contextos, definiríamos como residuos. No hay ninguna regla sobre qué tipo de materiales pueden utilizarse, siempre que cumplan el criterio de ser “residuos”, como plástico, metal, papel, residuos electrónicos o cualquier otro objeto encontrado; en este caso cascarones y cráneos de avestruz.

En un nivel superficial, el arte reciclado puede definirse como producciones creativas que hacen uso de objetos de desecho o descartados. Independientemente del tema concreto o de la cuestión medioambiental que pueda abordar una obra de arte sofisticada (que pueden ser muchos) y del simple acto de utilizar materiales por segunda o tercera vez, subyace un fuerte mensaje que pone de relieve la urgente necesidad de una mayor concienciación y un cambio de comportamiento a nivel individual en la forma en que nos relacionamos con el mundo en que vivimos. Al utilizar materiales reciclados para crear arte, llama la atención la amenaza inminente de la contaminación como resultado de la cultura consumista que define la vida moderna. Además de la afirmación que supone el uso de residuos como

rasgo definitorio de este tipo de arte, las creaciones pueden construirse de tal forma que sensibilicen sobre problemas concretos que han surgido en diversos ámbitos, tales como el cambio climático o la disminución de la biodiversidad o la deforestación.

Los temas que se transmiten mediante este tipo de arte varían considerablemente entre los artistas que utilizan materiales desechados, pero el hilo común (porque todos utilizan materiales que han sido desechados), es que conciencian sobre el reciclaje y, en última instancia, animan e inspiran a otros a reutilizar o reciclar cosas que han sido relegadas a la basura. En el caso de los desechos del avestruz, se han reciclado para hacer arte, con lo cual se da un homenaje a las bondades y abundancia de su naturaleza, que queda de manifiesto en el color dorado.

En las últimas décadas, expertos en diversos campos, así como el público en general, han empezado a reconocer la creciente necesidad de abordar y cambiar los comportamientos que contribuyen a diversos problemas medioambientales acuciantes, los cuales son el resultado de la actividad humana. Así, por un lado, el arte reciclado puede definirse como el uso de objetos desechados en un proceso creativo, a menudo para concienciar sobre el uso económico de los residuos y sobre el potencial de objetos que pueden reutilizarse y, tal vez, sobre el valor de la economía circular.

Aplicación de procesos biotecnológicos a los residuos de la cría y venta de productos del avestruz

El rendimiento del avestruz representa grandes ganancias para los criadores, debido a que casi se consume y se aprovecha todo el canal del avestruz. Sin embargo, hasta hace algunos años, el cartílago, el hueso, el tendón y el colágeno de avestruz no se utilizaban, por lo que era considerado producto de desecho y procesado de acuerdo con la NOM-060-ZOO-1999 (Norma Oficial Mexicana: especificaciones zoonosanitarias para la transformación de despojos animales y su empleo en la alimentación animal).

En los últimos años, los investigadores en ciencias en materiales y en procesos biotecnológicos han enfocado sus esfuerzos en desarrollar biomateriales a partir de estos desechos para el desarrollo de implantes biomédicos en estructuras óseas. En la actualidad, los problemas ortopédicos están aumentando significativamente, y ponen en aprietos a los sistemas sanitarios. Los procedimientos quirúrgicos tradicionales para fracturas óseas traumáticas comprenden el uso de implantes metálicos de aleación de alta rigidez, implantes metálicos de aleación debido al material construido y al diseño del implante. Estos implantes presentan un elevado desajuste mecánico en comparación con las propiedades del hueso, lo que da lugar a un fenómeno de apantallamiento de tensiones que provoca hueso menos denso y frágil, y favorece la osteopenia (Jee y Yao 2001). En los últimos años, los cirujanos ortopédicos de los sistemas sanitarios de todo el

mundo están utilizando xenoinjertos de hueso equino fabricados por Bioteck, una empresa italiana. Este biomaterial se comercializa en el extranjero como “medical médico” y presenta una matriz extracelular totalmente preservada.

Los investigadores en ciencia de materiales han aplicado algunas estrategias como el diseño de un andamio funcionalmente graduado (FGS) para imitar la morfología y las propiedades mecánicas y biológicas del hueso natural, a fin de superar el problema anterior. La estrategia de variación de la porosidad entre las diferentes regiones del FGS desempeña un papel crucial en la influencia de su rendimiento mecánico y biológico (Zhang *et al.*, 2018). El hueso nativo tiene las características antes mencionadas y puede actuar como plantilla para la formación de tejido óseo durante la curación del defecto óseo segmentario.

Mantener la matriz ósea y promover el crecimiento celular es el desafío más significativo que impide el éxito de las reparaciones óseas mediante enfoques de ingeniería tisular. Incluso para empezar a diseñar o a utilizar una matriz ósea candidata como andamio, antes de probar su compatibilidad, es vital garantizar que el andamio óseo candidato tenga la dimensión, la topografía de superficie y las propiedades nanomecánicas adecuadas, como el módulo elástico y la nanodureza apropiados para así evitar el efecto de blindaje contra la tensión y para promover el crecimiento óptimo del tejido óseo simultáneamente. Además, estas propiedades deben ser jerárquicas, es decir, que las propiedades a nanoescala afectan todas las escalas mayores: en este caso, desde la microescala hasta la escala tisular. Estas dependencias de escala difieren de una especie a otra, y deben entenderse en la especie de interés para diseñar un andamio con propiedades jerárquicas adecuadas (Sonmez *et al.*, 2017).

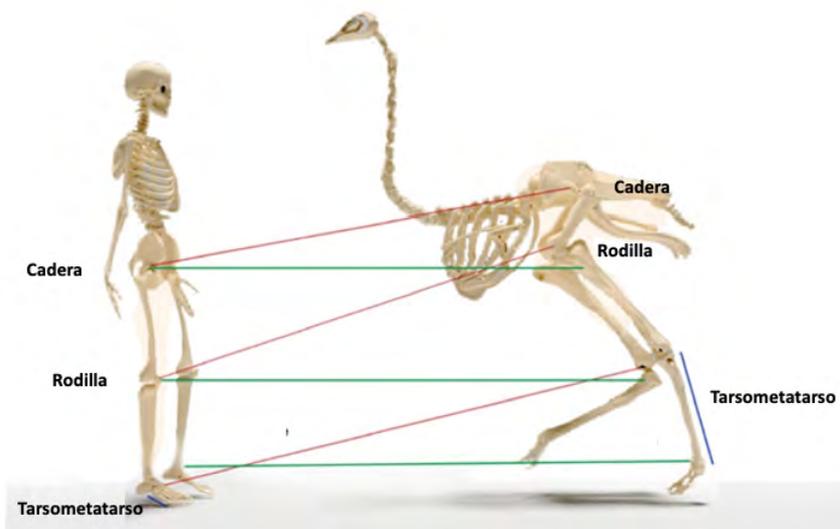
El hueso del avestruz muestra las características descritas, además de una morfología y una biomecánica muy similar a la del humano, a pesar de su marcada diferencia estructural en el sistema óseo, como se muestra en la figura 6.

El avestruz es la especie de ave viviente más grande y tiene características anatómicas y funcionales peculiares en comparación con la estructura humana. La articulación del tobillo del avestruz está a la altura de la rodilla humana, lo que explica por qué el ave parece flexionar su “rodilla” hacia atrás. Su verdadera articulación de la rodilla está oculta bajo el plumaje, siempre está flexionada y se conecta a la articulación de la cadera por medio de un fémur acortado y horizontal. En la figura 6, las líneas rojas conectan estructuras óseas anatómicamente similares; las líneas verdes conectan articulaciones funcionalmente equivalentes. El centro de gravedad del avestruz (área sombreada) está en la parte superior de la pierna, mientras que en las regiones inferiores predominan los tendones largos. Las zonas sombreadas muestran distribución de la masa muscular principal y las líneas

azules indican la ubicación del tarsometatarso de ambas especies (Schaller, 2011).

El análisis de la bipedestación, la estabilidad y la firmeza humanas ha revelado que no sólo la postura de las extremidades, sino también la alineación de los ejes articulares desempeñan un papel esencial en la determinación del comportamiento biomecánico óseo. Una pequeña desalineación entre los ejes articulares puede dar lugar a una considerable diferencia en las propiedades mecánicas. El avestruz de pie, en proyección vertical, soporta la masa superior cuando la articulación está extendida (168°). Los ligamentos se hacen rígidos porque pasan por encima de este eje ayudando a estabilizar la articulación. Cuando el avestruz levanta los dedos del pie del suelo, la articulación del tobillo se flexiona por debajo de 120° , y los ligamentos quedan libres para deslizarse alrededor de las protuberancias: el mecanismo estabilizador está relajado (Schaller, 2011).

Figura 6. Comparación anatómica de estructura ósea humana y de avestruz. Se muestra el lado izquierdo del avestruz y lado derecho humano, (Cecilia et al., 2021).



Fuente: Ramírez, C. E., et al. (2021). Assessing mechanical behavior of ostrich and equine trabecular and cortical bone based on depth sensing indentation measurements. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*, 117. <https://doi.org/10.1016/j.jmbbm.2021.104404>

En un avestruz de pie, los ligamentos de la articulación del tobillo son capaces de soportar pasivamente la masa desde arriba, como se muestra en la proyección vertical (figura 7). Estas observaciones muestran que el avestruz tiene dos respuestas mecánicas en diferentes posturas corporales, de modo que en la proyección vertical (90° o 180°) se asemeja a un cuerpo humano.

Así pues, ¿el hueso trabecular del avestruz podría utilizarse como implante y tener desempeño biomimético, evitando la diferencia entre el módulo de elasticidad del implante y el hueso?

Figura 7. Vista lateral de una pata de avestruz. (Cecilia et al., 2021)

Miembro con carga axial
Fuerza ejercida verticalmente



Fuente: Ramírez, C. E., et al. (2021). Assessing mechanical behavior of ostrich and equine trabecular and cortical bone based on depth sensing indentation measurements. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*, 117. <https://doi.org/10.1016/j.jmbbm.2021.104404>

Debido a la diferencia entre el módulo de elasticidad del hueso y los implantes metálicos, conocido como “apantallamiento de esfuerzos”, los investigadores han estudiado una amplia gama de materiales óseos de origen animal. Sin embargo, los autoinjertos siguen considerándose el “estándar dorado” para la mayoría de las aplicaciones en ortopedia, incluidos el aspirado de médula ósea, el hueso esponjoso no estructural, el hueso trabecular estructural y el injerto de hueso cortical comúnmente cosechado de la cresta ilíaca o el eje del peroné. El uso de autoinjerto evita el costo de los sustitutos sintéticos, así como los riesgos de rechazo inmunitario y transmisión de enfermedades que conlleva el aloinjerto (Colaço et al., 2015). Como alternativa, los xenoinjertos se utilizan ampliamente en el ámbito médico para mejorar los problemas anteriores. Las ventajas del xenoinjerto frente al autoinjerto incluyen la evitación de la morbilidad del sitio donante, la utilización de propiedades mecánicas potencialmente superiores y una reducción del tiempo quirúrgico/anestésico. Otras ventajas del xenoinjerto frente al aloinjerto son la eliminación del riesgo de enfermedades transmitidas

por la sangre humana (por ejemplo, VIH, Hepatitis C) y la abundancia de material de origen (Michel *et al.*, 2015). Para evitar enfermedades zoonóticas es importante que los especímenes pertenezcan a especies utilizadas para la alimentación humana y procedan de rastros certificados.

En el estudio titulado “Assesing mechanical nebehavior of ostrich and equine trabecular and cortical bone based on depth fensing indentation measurements” (Ramírez C. *et al.*, 2021) se demostró que el hueso del avestruz tiene propiedades mecánicas más similitudes con el humano con respecto al equino (control +) como se muestra en la tabla 2.

Tabla 2. *Propiedades mecánicas: rigidez, módulo elástico y dureza de las muestras de equino y de avestruz medidas por nanoindentación.*

Muestras	Rigidez, S [N/m]	Módulo elástico, E [GPa]	Dureza, H [Mpa]	Punto de cedencia, Y [MPa]
Equino trabecular metatarsal (+)	16,356.0 ± 124.0	25.0 ± 1.5	845.0 ± 30.0	281.0 ± 1.0
Equino trabecular metacarpal (+)	18,086.0 ± 150.0	27.0 ± 2.0	900.0 ± 30.0	300.0 ± 1.7
Avestruz trabecular tarsometatarso	7, 722.0 ± 34.0	5.3 ± 0.7	220.0 ± 10.0	73.0 ± 1.2
Humano trabecular Pawlikowski <i>et al.</i> (2017)		4.3 ± 1.3	156.0 ± 19.3	

Fuente: Elaboración propia.

Se han utilizado diversos términos para describir radiográficamente el apantallamiento de esfuerzos (diferencia en el módulo de elasticidad) entre un implante y el hueso, tales como reabsorción de la tuberosidad, adelgazamiento cortical u osteólisis. Todas ellas son manifestaciones del mismo concepto.

Según la Ley de Wolff, el hueso se remodela en respuesta al estrés. Sin embargo, el módulo de elasticidad (módulo de Young) varía en función de la densidad ósea, lo que provoca un cambio en la estructura y en la distribución de las fuerzas. El apantallamiento de esfuerzos podría reducirse como consecuencia del cambio de carga en el hueso, después de implantar un xenoinjerto con densidad ósea y módulo de elasticidad similares en una estructura ósea humana. El grado en que se produce el apantallamiento de esfuerzos y la ubicación en la que simplemente se produce varían en función del tamaño y el diseño de la prótesis (Denard *et al.*, 2018), y lo mismo debería ocurrir con el tamaño y el diseño de los xenoinjertos, (Fouda *et al.*, 2019).

Aplicar economía circular al hueso de avestruz y procesarlo biotecnológicamente además contribuye a la propuesta de soluciones

sustentables e innovadoras en la ciencia y la industria biotecnológica, pues proporciona un marco que permitirá abordar futuras pruebas biomédicas, identificar rápidamente residuos orgánicos, sostenibles y prometedores para andamios de tejidos innovadores, tales como implantes para trompas uterinas, duramadre en cerebro, fabricados de cartílago, tendón y colágeno de avestruz. Aplicar economía circular y sostenibilidad a otras estructuras del avestruz que son productos de desechos, como el cartílago, se considera una tendencia de investigación actual con aplicación en la ciencia forense (Ramírez y Montes, 2022), y alimenticia. Al aplicar la economía circular a los desechos de la producción de implantes se presentan desafíos y perspectivas futuras para el desarrollo de suplementos alimenticios para mejorar el estado de las estructuras óseas de uso médico humano y veterinario, así como el impulso al desarrollo económico de los estados en donde se cría el avestruz en México.

Modelo de negocio circular (CBM) aplicado a la cría y venta de productos del avestruz

La economía circular puede pasar de la teoría a la práctica. Ese nexo entre teoría y práctica es el modelo de negocio que describe la lógica de cómo una organización crea, entrega y capta valor (Osterwalder y Pigneur, 2010; Teece, 2010). Los modelos de negocio circulares (CBM), en cierto sentido, son un nuevo tipo de lógica empresarial o modelo de negocio, en el que la creación de valor se basa en capturar el valor económico que queda en los productos después de su uso y explorar nuevas ofertas de mercado. En su caso implica que es esencial un flujo de retorno de los consumidores a los productores (Rosa *et al.*, 2019; Linder y Williander, 2017). Estudiosos como Linder y Williander (2017), Roos (2014) y Den Hollander y Bakker (2016) han proporcionado las principales definiciones de MFC, sobre las que Nußholz (2017) se basó para llegar a la siguiente definición:

Un modelo de negocio circular es la forma en que una empresa crea, capta y entrega valor con la lógica de creación de valor diseñada para mejorar la eficiencia de los recursos mediante la contribución a la ampliación de la vida útil de los productos y piezas (por ejemplo, a través del diseño de larga duración, la reparación y la refabricación) y el cierre de los circuitos de materiales. (p. 10-11).

Con este enfoque de modelo de negocio circular, como una empresa que crea, capta y entrega valor contribuyendo al cuidado del medioambiente y la economía social, se presenta a OTB México y su modelo de negocio circular (CBM) holístico integrado (Osterwalder y Pigneur, 2010):

- Descripción del producto o servicio
Describir a grandes rasgos el producto o servicio que se pretende desarrollar

Esta idea propone a la matriz ósea del avestruz, la cual es una matriz compleja que puede ser utilizada como potencial biomaterial en ingeniería de tejidos para el desarrollo de un dispositivo médico conocido en el área médico-quirúrgica como xenoinjerto (Colaço et al., 2015).

- Problema que resuelve o posibilidad de mejora que atiende
Describir qué necesidad atiende el producto o servicio que se pretende desarrollar

Cada año en México, estos trastornos resultan en millones en costos médicos directos, salarios perdidos y disminución de la productividad, por lo cual representan algunos de los mayores retos que enfrenta el sistema de salud en la entidad. Los sustitutos óseos actuales predominantes en el mercado son las prótesis metálicas. Sin embargo, en el cuerpo humano existen estructuras mecánicamente exigentes en donde estos implantes metálicos provocan apantallamiento de esfuerzos (Fouda et al., 2019), debido a la diferencia entre el módulo de elasticidad entre las estructuras óseas y el implante, lo cual propicia osteopenia (Jee y Yao, 2001).

- Propuesta de valor
Importancia, el valor o la utilidad que tiene el producto o servicio para el cliente.

La propuesta de valor de este proyecto tiene un impacto económico, social y ambiental, así como una oportunidad de mercado amplio a nivel local, nacional e internacional, ya que promoverá el fomento a la cría y venta de avestruces en todo el territorio nacional debido a que el avestruz es una cepa doméstica que se ha adaptado al clima y territorio de México (Sefoa, 2013). La cría y venta de avestruz generará empleo, incluida en el área comercial de dispositivos médicos óseos de alta especialidad. Uno de los principales retos que enfrenta México en materia de desarrollo sustentable es incluir al medioambiente como uno de los elementos de la competitividad y para el desarrollo económico y social. Entre los factores clave del desarrollo sustentable, se encuentra el crecimiento poblacional, la demanda energética, el cambio climático, la escasez de recursos y del agua, así como el manejo de residuos (Gobierno de México, 2018).

- Diferenciador
La razón (una o varias) por la que el cliente elige tu producto o servicio o por la que decide continuar adquiriendo el producto o servicio.

En el 2003, Bioteck, una empresa italiana, fabricó un xenoinjerto de hueso equino. Este biomaterial se comercializa en el extranjero como “dispositivo médico” y presenta una matriz extracelular totalmente

conservada. Sin embargo en términos de propiedades mecánicas ha demostrado ser más rígida, por lo que la matriz ósea de avestruz presenta ventajas superiores a lo que esta industria biotecnológica tiene en el mercado (Bioteck, 2023).

- Segmento de mercado

Personas que van a invertir tiempo o dinero a cambio de nuestra propuesta.

Esta propuesta de innovación va dirigida a profesionistas capaces de entender la trascendencia y la importancia de desarrollar materiales procesados biotecnológicamente para evitar el deterioro de estructuras óseas en la población de manera general, ya que, como se mencionó al inicio, cada año en México y en el mundo se presentan problemas de estructura ósea, que resultan en millones en costos médicos directos, salarios perdidos y disminución de la productividad. Por tal motivo representa uno de los mayores retos que enfrenta el sistema de salud en la entidad, pero también afecta la industria y la economía mundial.

Se cuenta con un escenario financiero viable, ya que el espacio, el equipo y los materiales son de fácil acceso en México. Para iniciar con operaciones de venta se propone la puesta en marcha de un suplemento alimenticio veterinario, el cual es útil para promover el crecimiento óseo y evitar el desvío en estructuras óseas. Esta formulación fue desarrollada debido a que una mascota llamada Romulus padeció a los cinco meses el desvío de estructuras óseas, como se muestra en la figura 8.

Figura 8. Gran Danés. Cachorro de 11 meses de edad, Albino. Raza canina conocida por su gran tamaño y personalidad delicada, considerado como el «Apolo entre todas las razas» por la Federación Cinológica Internacional. También se considera que desciende del Bullenbeisser con mezcla de sangre 50/50 y es parte del grupo Generación Bullenbeisser. a) Romulus. b) Radiografía, muestra en círculo rojo el crecimiento irregular del hueso ulna en comparación con el radio, marcado con flecha azul



Fuente: Ramírez, A. C. (2022). Romulus [Fotografía]. Recuperado de <http://lomont.com.mx>

Romulus fue llevado a consulta veterinaria, en la que le sugirieron una cirugía de estructuras óseas. Esta mascota fue suplementada con fórmula desarrollada por OTB México y se logró el crecimiento homogéneo de las ambas patas delanteras. Este avance científico veterinario nos ha permitido tener un modelo biológico y una marca para suplemento alimenticio comercializable (Romulus), como se muestra en figura 9.

Figura 9. Marca y logo de suplemento alimenticio de uso veterinario comercializable. Número de Registro 2559109 en el Instituto Mexicano de la Propiedad Intelectual (IMPI).



Fuente: Ramírez, A. C. (2023). Romulus [Fotografía]. Recuperado de <https://acervomarcas.impi.gob.mx:8181/marcanet/vistas/common/home.pgi>

A continuación, se presenta el modelo de negocio de economía circular aplicada a los desechos de la cría y venta de productos del avestruz.

Modelo Circular Business Canvas

Socios clave	Actividades clave	Propuesta de valor	Relación con el cliente	Segmento de clientes
<p>Socios clave: Inversionistas que les guste el modelo de negocio en ciencia en materiales y biotecnológica desde la ciencia básica, clínica y traslacional.</p> <p>Alianzas estratégicas con:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Dueños de criaderos locales. ✓ Médicos veterinarios con especialidad en ortopedia y traumatología. ✓ Médicos de adultos y pediatras con especialidad en ortopedia y traumatología. ✓ Médicos especialistas en neurocirugía. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Investigar y desarrollar productos biotecnológicos aplicados al área médica-quirúrgica humana y veterinaria. ✓ Investigar y desarrollar suplementos alimenticios para mejorar la funcionalidad y el desempeño de estructuras óseas mecánicamente exigentes. ✓ Contactar con dueños de criaderos para formar alianzas comerciales. ✓ Contactar médicos cirujanos ortopedistas y traumatólogos, así como veterinarios para solicitar diseño de implantes para sus cirugías. ✓ Contactar con cadenas comerciales de venta de suplementos alimenticios para establecer relaciones comerciales. ✓ Realizar trámites ante autoridades sanitarias para comercializar los dispositivos médicos, así como los suplementos alimenticios. ✓ Establecer convenios de colaboración con empresas de paquetería para entregas nacionales e internacionales. ✓ Establecer convenios de colaboración con empresas que se dedican al desarrollo y fabricación de 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Médicos cirujanos ortopedistas para humanos y veterinaria pueden cortar en implante de acuerdo a las necesidades de su paciente. ✓ El costo del implante puede ajustarse dependiendo de las necesidades médico-quirúrgicas ya que para su preparación requieren de insumos que dependen del tamaño de la estructura ósea para implante. ✓ Se promueve la venta del avestruz y se generan empleos en el sector ganadero. ✓ Se es amigable con el medioambiente ya que se producen productos de alta especialidad médica, subproductos con residuos. ✓ Debido a que ya se tiene estandarizada la fabricación de los productos; en un futuro cercano, deseamos contratar hombres y mujeres expresidarios; queremos impulsar y rescatar los valores humanos como: el trabajo, la familia, la infancia, la salud, la educación y el bienestar social. <p>Nota importante:</p> <p>Como propuesta de valor extra en términos de innovación al alcance de la mayoría de la población, es importante mencionar que la conjuntiva y córnea del ojo del avestruz, así como el pericardio y válvulas cardiacas del corazón del</p>	<p>Para los productos de alta especialidad (implante):</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Se pretende presentar el dispositivo médico y dar la información sobre cómo adquirirlo, pagarlo y recibirlo personalmente mediante información impresa y videos. ✓ El servicio de posventa podrá ser también de forma presencial o mediante TI (Tecnologías de la Información). <p>Para los suplementos alimenticios humanos y veterinarios (subproductos biotecnológicos):</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Se pretende el primer contacto de manera personal y con información impresa. Posteriormente será mediante TI. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Médicos veterinarios con especialidad en ortopedia y traumatología para reestructurar extremidades óseas dañadas. ✓ Médicos de adultos y pediatras con especialidad en ortopedia y traumatología para reestructurar extremidades óseas dañadas. ✓ Médicos especialistas en neurocirugía para reestructurar la duramadre en cirugías de cerebro con el subproducto desarrollado a partir de colágeno tipo I y II. ✓ Personas que aprecian y valoran a los animales; que han decidido libremente optar por una mascota. Estas personas están dispuestas a invertir en suplementos alimenticios (subproductos) que mejoren la calidad de vida y salud de sus mascotas. ✓ Personas que desean mejorar su calidad de vida consumiendo los suplementos alimenticios (subproductos) desarrollados a partir del procesamiento biotecnológico para el desarrollo del implante.

	<p>empaques y envasado.</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Establecer convenios de colaboración con distribuidores para venta en el interior de la República Mexicana e internacionalmente. ✓ Establecer convenios de colaboración con empresas de mercadotecnia y diseño para nuestro branding. 	<p>avestruz, aún no han sido procesadas biotecnológicamente y de acuerdo a nuestra experiencia en investigación y desarrollo en el área básica, clínica y traslacional tienen potencial como biomaterial para reestructurar tejido ocular y cardiaco humano. Trabajamos en ello desde la ciencia de los materiales para procesarlos biotecnológicamente y agregarlo en un futuro a nuestros productos biotecnológicos.</p>		
	<p>Recursos clave Recursos humanos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Experto en Investigación y desarrollo en ciencia en materiales y biotecnología. ✓ Experto en administrador de proyectos. ✓ Distribuidores en el extranjero. ✓ Contador <p>Recursos Materiales:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Liofilizador, sonificador, torno programable, microscopio, espacio adecuado, esterilizador, triturador de huesos. <p>Recursos consumibles:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Estructuras óseas, reactivos, agua estéril, frascos, empaques, cajas. <p>Recursos económicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Para cursos relacionados a FDA y hacer trámites ante Cofepris. <p>Para arrancar operaciones y ventas de inmediato:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Liofilizador, triturador, cierra, embolsadora, etiquetas, cajas. 		<p>Canales</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ La entrega de los productos de alta especialidad se entregará a los clientes (médicos) locales personalmente y a los de otros estados y extranjero mediante paquetería por medio de nuestros distribuidores autorizados. ✓ La entrega de suplementos alimenticios (subproductos biotecnológicos) se entregarán mediante paquetería nacional o internacional. También se utilizarán las plataformas de Amazon, Mercado Libre y cadenas comerciales como Costco y Petco locales para la distribución en la región o venta nacional e internacional. 	

Estructura de costos Egresos mensuales en pesos:		Punto de equilibrio El punto de equilibrio se alcanza al vender mensualmente 139 paquetes con lo cual se logra un ingreso de \$ 124 820.00 .	Fuentes de ingreso	
Luz	\$ 500.00		VENTA LOCAL	
Agua	\$ 1500.00	<i>Veterinario especie pequeña:</i>		
Renta	\$ 10000.00	✓ Implante óseo biomimético chico: 2 000.00 + IVA		
Mantenimiento operativo	\$ 2000.00	✓ Implante óseo biomimético mediano: 4 500.00 + IVA		
Mantenimiento de transporte	\$ 1000.00	✓ Implante óseo biomimético grande: 6 500.00 + IVA		
Gasolina	\$ 2000.00	<i>Veterinario especie grande:</i>		
Imprenta	\$ 1500.00	✓ Implante óseo biomimético chico: 15 000.00 + IVA		
Empaque	\$ 2000.00	✓ Implante óseo biomimético mediano: 22 500.00 + IVA		
Sueldos	\$ 100000.00	✓ Implante óseo biomimético grande: 35 500.00 + IVA		
Materia prima	\$ 1440.00	<i>Subproductos (veterinario):</i>		
Cajas	\$ 3000.00	✓ Implante colágeno tipo I y II biomimético chico: 1 000.00 + IVA		
TOTAL	\$ 124.440.00	✓ Implante colágeno tipo I y II biomimético mediano: 3 500.00 + IVA		
		✓ Implante colágeno tipo I y II biomimético grande: 5 000.00 + IVA		
		<i>Humano:</i>		
		✓ Implante óseo biomimético chico: 9 000.00 + IVA		
		✓ Implante óseo biomimético mediano: 12 000.00 + IVA		
		✓ Implante óseo biomimético grande: 25 000.00 + IVA		
		<i>Subproductos (humano):</i>		
		✓ Implante colágeno tipo I y II biomimético chico: 3 500.00 + IVA		
		✓ Implante colágeno tipo I y II biomimético mediano: 9 000.00 + IVA		
		✓ Implante colágeno tipo I y II biomimético grande: 18 000.00 + IVA		
		SUPLEMENTO ALIMENTICIO VETERINARIO (Subproducto) (Con este producto se inician operaciones y ventas):		
		✓ Caja con 30 porciones de 30 g: \$ 900.00 c/u + IVA		
		SUPLEMENTO ALIMENTICIO HUMANO (Subproducto):		
		✓ Caja con 30 porciones de 15 gr: \$ 900.00 c/u + IVA		

Desafíos y perspectivas futuras

La alta calidad productiva del avestruz, los reconocidos atributos de sus productos y el gran interés de diferentes entidades en participar en su aprovechamiento son condiciones suficientes para su éxito económico. Sin embargo, en el aspecto de la biotecnología, los dispositivos médicos representan un desafío en términos de certificaciones para comercializarse tanto en el país como en el extranjero.

La salud es un derecho fundamental y una prioridad para cada ser humano, porque facilita el desarrollo óptimo de su vida familiar, social y laboral para alcanzar su máximo potencial. En términos generales, México aún tiene diversos desafíos en materia de salud que, si se afrontan de manera adecuada y estratégica, podrían generar un impacto directo y positivo en el bienestar social, de una manera equitativa y fomentando el progreso del país.

En un análisis comparativo, se identificó que los países con un producto interno bruto per cápita por encima del promedio de la Organización para Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), como Estados Unidos, Alemania o Suiza, presentan indicadores de salud con mejores resultados,

entre ellos la esperanza de vida. Si bien el sistema de salud en México ha evolucionado, aún hay camino por recorrer con respecto a la cobertura universal, la calidad de la atención, el uso eficiente de los recursos y la articulación efectiva del sistema, principalmente.

Somos el segundo país de la OCDE con el índice más alto de gasto de bolsillo (41%), pues existe un potencial riesgo de gasto catastrófico para las familias mexicanas. En este sentido, países como Francia, que han logrado mejorar la eficiencia de sus sistemas de salud, también han disminuido significativamente el gasto de bolsillo, así como países de sureste asiático.

Es aquí donde los dispositivos médicos cobran un valor social y de alto impacto, ya que la tecnología médica se encuentra en todas las etapas del proceso de atención del paciente —prevención, diagnóstico, tratamiento, monitoreo y complicaciones—, lo que genera una mejora significativa en la calidad de vida de los habitantes. Su correcta adopción y utilización aportan al bienestar de la población y, a partir de horizontes amplios de planeación, contribuyen a limitar la pérdida de años saludables.

Cada vez son más los avances tecnológicos de dispositivos médicos que tienen una participación protagónica en el proceso de atención del paciente, con una tendencia de incorporación de tecnología innovadora. El impacto futuro de las tecnologías médicas en México, 2015-2030 se muestra en la figura 10.

Figura 10. Informe de la Asociación Mexicana de Industrias Innovadoras de Dispositivos Médicos (AMID), 2019.



Fuente: Asociación Mexicana de Industrias Innovadoras de Dispositivos Médicos (AMID). (2019). Informe [Fotografía]. <https://amid.org.mx/>

Los suplementos alimenticios veterinarios y humanos son un nicho de fácil comercialización debido a que requieren de menos trámites sanitarios; sin embargo, requieren de *branding*, campañas de marketing costosas en donde el tiempo de retorno de la inversión se vuelve incierto cuando el desarrollador de los productos debe ser también el administrador, contador, experto en asuntos regulatorios, marketing y todos los perfiles que se pueda imaginar para la puesta en marcha de un negocio sostenible y sustentable fundamentado en la EC.

Conclusión

Estudiar casos reales y documentar pruebas empíricas de empresas permite a investigadores, profesionales y responsables políticos adquirir conocimientos sobre cómo, tanto las grandes organizaciones como las pequeñas y medianas empresas están en transición o “nacieron circulares”. Explorar el papel de las asociaciones y los esfuerzos de colaboración entre empresas podría orientar la investigación sobre la transición a la economía circular. Estos estudios exploratorios podrían realizarse mediante la investigación-acción, el estudio de casos, el estudio longitudinal o la etnografía.

El impacto de la economía circular (EC) aplicada a los residuos de la venta y cría de productos del avestruz en México ha sido progresivo. La adopción de los principios de la economía circular en México tiene muchos beneficios, entre ellos disminución de materias primas y la escasez de recursos. Varias materias primas importantes son finitas y, a medida que crece la población mundial, también aumenta la demanda. La industria del avestruz produce piel, aceite, plumas, huevos, cáscaras con fines decorativos, sangre de avestruz como complemento alimenticio y carne como productos principales. El peso de la canal de avestruz puede alcanzar entre el 57.57 y el 58.59% del peso vivo, lo que significa que el resto se consideran desechos, y esto incluye el hueso. El hueso tarsometatarsiano del avestruz forma parte de estos residuos y puede ser procesado biotecnológicamente para usos médicos o quirúrgicos en estructuras óseas mecánicamente exigentes. El hueso natural es preferible a los materiales sintéticos en las aplicaciones de injertos óseos o de ingeniería porque conserva un andamiaje mecánico y estructural que favorece la osteoinducción, además de que mantiene la mecanobiología para una función saludable de los osteoblastos. Los residuos de hueso de avestruz procesados biotecnológicamente nos han permitido desarrollar un implante óseo biomimético, con capacidad para adaptar las características humanas, ya que han demostrado unas propiedades morfométricas y mecánicas adecuadas para reducir el apantallamiento de esfuerzos y evitar el tejido necrótico debido a la falta de una vascularización adecuada. Aplicar economía circular a los desechos de la cría y venta de productos del avestruz puede reducir la dependencia de otros países a materiales médicos óseos altamente especializados y cuyos costes se encuentran fuera del alcance de la mayoría de la población. Además, puede contribuir al crecimiento rural y al desarrollo económico, a la creación de nuevos empleos (Repp *et al.*, 2021) y

al desarrollo biotecnológico del país por medio de productos innovadores y de calidad.

Por último, el debate sobre el impacto es importante. Siguiendo el adagio común en gestión, “lo que se mide, se hace”, la investigación sobre la medición del impacto es crucial para llevar a cabo la EC. Centrarse en las tres áreas de la sostenibilidad, medioambiental, social y económico, es un punto de partida para este capítulo. La literatura informa que el pilar social a menudo se pasa por alto en los estudios de CE (Merli *et al.*, 2018). Si bien se captan los beneficios indirectos de la EC para la sociedad, como mejores empleos, mejor salud y bienestar para las personas y el medioambiente (EMF Ellen MacArthur Foundation *et al.*, 2015), la investigación sobre cómo el sector privado mide el impacto directo es aún escasa. Así pues, para avanzar con un impulso prolífico hacia la EC y la CBM, existen tres áreas que resultan clave: la cadena de suministro, los estudios empíricos que apoyan la transición a la EC y la medición del impacto.

Referencias

- Abbas, G., & Abbas, S. W. (2018). Health and Hygiene Guidelines for Ostriches. *International Journal of Animal Husbandry and Veterinary Science*, 3, 2455-8567.
- Adam, S., Bucker, C., Desguin, S., Vaage, N., Saebi, T., 2018. Taking part in the circular economy: four ways to designing circular business models. *SSRN Electron. J.* <https://doi.org/10.2139/ssrn.2908107>.
- Andrés Gallegos (14 de junio de 2021). *Emprendedores de Alto Impacto: Los tres ganadores del 2021*. https://cruce.iteso.mx/emprendedores-de-alto-impacto-los-tres-ganadores-de-2021/?doing_wp_cron=171486221.07151150703430175781250.
- Akram, M. B., Khan, M. I., Khalid, S., Shoaib, M., & Azeema, S. (2019). Quality and sensory comparison of ostrich and goat meat. *International Journal Life Science*, 5(1), 2175-2183.
- Al-Khalifa, H. y Al-Naser, A. (2014). “Ostrich Meat: Production, Quality Parameters, and Nutritional Comparison to Other Types of Meats”. *Journal of Applied Poultry Research* 23(August): 784-790 [en línea] <http://doi.org/10.3382/japr.2014-00962> (consultado 22-4-19).
- Avestruces el Dorado. Inicio [Página de Facebook]. Facebook. Recuperado el 20 de diciembre de 2023 de <https://www.facebook.com/search/top?q=avestruces%20el%20dorado>.

Beauchemin, K. A., McGinn, S. M., y Petit, H. V. (2007), Methane abatement strategies for cattle: Lipid supplementation of diets. *Canadian Journal of Animal Science*, 87(3), pp. 431-440. <https://doi.org/10.4141/CJA507011>

Benson, F. (2012). *Ostrich Farming Business Planning*. World Ostrich Association.

Bocken, N. M. P., Schuit, C. S. C., y Kraaijenhagen, C. (2018). Experimenting with a circular business model: lessons from eight cases. *Environ. Innov. Soc. Trans.* 28, 79-95. <https://doi.org/10.1016/j.eist.2018.02.001>.

Bioteck (2023). Bioteck. <http://www.bioteck.com/>.

Boadi, D., Benchaar, C., Chiquette, J., y Massé, D. (2004). Mitigation strategies to reduce enteric methane emissions from dairy cows: Update review. *Canadian Journal Animal Science*, 84(3), pp. 1918-1825. <https://doi.org/10.4141/A03-109>

Brand, T. S., y Jordaan, J. W. (2011). "The contribution of the South African ostrich industry to the national economy". *Applied Animal Husbandry & Rural Development*, 4(1), pp. 1-7.

Capacitarse (7 de abril de 2020). 7 Pilares para orientar la Estrategia de Circularidad, <https://www.cursosderse.com/2020/04/7-pilares-economia-circular/>.

Carmona CJ, Bolívar MD, Giraldo AL., (2005), El gas metano en la producción ganadera y alternativas para medir sus emisiones y aminorar su impacto a nivel ambiental y productivo. *Rev Col Cienc Pecu*, 18:1(49-63).

Carmona, J., Bolívar, D., & Giraldo, L. (2016). El gas metano en la producción ganadera y alternativas para medir sus emisiones y aminorar su impacto a nivel ambiental y productivo. *Revista Colombiana De Ciencias Pecuarias*, 18(1), 15. <https://doi.org/10.17533/udea.rccp.323994>.

Colaço, H. B., Henry, B., Shah, Z., Back, D., Davies, A., y Ajuied, A. (2015). (iv) Xenograft in Orthopaedics. *Orthopaedics and Trauma*, 29(4), pp. 253-60. <https://doi.org/10.1016/j.mporth.2015.06.001>.

Den Hollander, M., y Bakker, C. (2016). Mind the gap exploiter: circular business models for product lifetime extension, en *Proceedings of Electronic Goes Green 2016+: Investing shades of green* (pp. 1-8). Fraunhofer IZM Berlin.

DOF. Diario Oficial de la Federación (2018a, 11 de septiembre). Estrategia 4.4.4. Proteger el patrimonio natural. Recuperado de: <https://www.dof.>

gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5299465&fecha=20/05/2013#gsc.tab=0.

- Donna-Mareè Cawthorn, Louwrens C. Hoffman, The role of traditional and non-traditional meat animals in feeding a growing and evolving world, *Animal Frontiers*, Volume 4, Issue 4, October 2014, Pages 6-12, <https://doi.org/10.2527/af.2014-0027>.
- Ellis, J. L., Kebreab, E., Odongo, N. E., McBride, B. W., Okine, E. K., y France, J. (2007). Prediction of methane production from dairy and beef cattle. *Journal of Dairy Science*, 90(7), pp. 3456-3467. <https://doi.org/10.3168/jds.2006-675>
- Ellen MacArthur Foundation (2013). Towards the Circular Economy. Vol. 2: Opportunities for the Consumer Goods Sector towards a Circular Economy. <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/towards-the-circular-economy-vol-2-opportunities-for-the-consumer-goods>.
- Ellen MacArthur Foundation, SUN y McKinsey Center for Business and Environment (2015). Growth Within: a Circular Economy Vision for a Competitive Europe. Recuperado el 19 de noviembre de 2019 de <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/growth-within-a-circular-economy-vision-for-a-competitive-europe>.
- Ellen MacArthur Foundation (2019). Completing the Picture: How the Circular Economy Tackles Climate Change. <http://www.ellenmacarthurfoundation.org/publications/completing-the-picture-climate-change>. (Accessed 3 October 2019).
- European Commission (2019). Report From the Commission to the European Parliament the Council the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions on the Implementation of the Circular Economy Action Plan; EUR-Lex. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX.3A52019DC0190>
- Fouda, N., Mostafa, R., y Saker, A. (2019). Numerical study of stress shielding reduction at fractured bone using metallic and composite bone-plate models, *Ain Shams Engineering Journal*, 10(3), pp. 481-488.
- Ghaffari Moghdam, Z. (2016). Economic avaluation of ostrich production using fuzzy approach in sistán. *Iranian Journal of Applied Animal Science*, 6(3), 685-690. SID. <https://sid.ir/paper/700087/en>.
- Goel, G., Arvidsson, K., Vlaeminck, B., Bruggeman, G., Deschepper, K., Fievez, V. (2003). Effects of capric acid on rumen methanogenesis and biohydrogenation of linoleic and α -linoleic acid. *Animal*, 3(6), pp. 810-816.

Gobierno de la República de México (2018). *Plan de Desarrollo Nacional 2018-2024*.

González-Avalos, E., y Ruíz-Suárez, L. G. (2007). Methane conversion factors from cattle manure in México. *Atmósfera*, 20(1), pp. 83-92.

Gonzalez-Redondo, Pedro, *et al.* (2014), "Effect of laying month and storage length on the hatchability of ostrich (*Struthio camelus*) eggs." 314-320.

Informe [Fotografía], por Asociación Mexicana de Industrias Innovadoras de Dispositivos Médicos (AMID), 2019, <https://amid.org.mx/>.

Islas, M. A., y Rendón, R. (2020). History and Current Situation of Commercial Ostrich Farming in Mexico, *Journal of World's Poultry Research*, 9(4), pp. 224-232.

Jee, W. S., y Yao, W. (2001). Overview: animal models of osteopenia and osteoporosis. *J. Musculoskelet. Neuronal Interact*, 1(3), pp. 193-207. <http://www.ismni.org/jmni/pdf/3/jee.pdf>.

Johnson, K. A., Huyler, M., Westberg, H., Brian, L., y Zimmerman, P. (1994). Measurement of methane emissions from ruminant livestock using a SF6 tracer technique. *Environ Science & Technology*, 28(2), pp. 359-362.

Jordaan, J. W., Brand, T. S., Bhiya, C., y Aucamp, B. B. (2008). An evaluation of slaughter age on the profitability of intensive slaughter ostrich production. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 48(7), pp. 916-920.

Kirchherr, J., Reike, D., y Hekkert, M. (2017). Conceptualizing the circular economy: an analysis of 114 definitions. *Resour. Conserv. Recycl.* 127, 221-232. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.09.005>.

Korhonen, J., Honkasalo, A., y Seppälä, J. (2018a). Circular economy: The concept and its limitations. *Ecological Economics*, 143, 37-46. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2017.06.041>.

Laudan, L., Donovan, A., Laudan, R., Barker, P., Brown, H., Leplin, J., Thagard, P. y Wykstra, S. (1986). *Scientific Change: Philosophical Models and Historical Research*. *Synthese*, 69(2): 141-223. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF00413981>.

Lewandowski, M. (2016). Designing the business models for circular economy—towards the conceptual framework. *Sustainability* 8, 1-28. <https://doi.org/10.3390/su8010043>.

- Lewis C. (31 de julio de 2023). Recycled art– *Exploring Impressive Art Made From Recycled Materials*. Art in context. <https://artincontext.org/recycled-art/>.
- Linder, M., y Williander, M. (2017). Circular business model innovation: inherent uncertainties. *Business Strategy the Environment*, 26(2), 182-196. <https://doi.org/10.1002/bse.1906>.
- Marcanet (2023). Consulta la disponibilidad de la marca [Fotografía]. <https://acervomarcas.impi.gob.mx:8181/marcanet/vistas/common/home.pgi>.
- Majewska, D., Jacubowska, M., Ligocki, M., Tarasewicz, Z., Szczerbinska, D., Karamucki, T., y Sales, J. (2009). “Physicochemical Characteristics, Proximate Analysis and Mineral Composition of Ostrich Meat as Influenced by Muscle”. *Food Chemistry* 117: 207-211 [en línea] <http://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.03.100> (consultado 22-4-19).
- McCarthy, A., Dellink, R., y Bibas, R. (2018). The macroeconomics of the circular economy transition: a critical review of modelling approaches. *OECD Environment Working Papers*, núm. 130. OECD <https://dx.doi.org/10.1787/af983f9a-en>
- Medina, F. X., y Aguilar, A. (2014). “Ostrich Meat: Nutritional, Breeding and Consumption Aspects.The Case of Spain”. *Journal of Food and Nutrition Research* 2(6): 301-305 [en línea] <http://doi.org/10.12691/jfnr-2-6-6> (consultado 22-4-19).
- Merli, R., Preziosi, M., y Acampora, A. (2018). How do scholars approach the circular economy? A systematic literature review. *Journal of cleaner production*, 178, 703-722.
- Michel, Sebastian G., Maria Lucia L. Madariaga, Vincenzo Villani, y Kumaran Shanmugarajah (2015). “Current Progress in Xenotransplantation and Organ Bioengineering.” *International Journal of Surgery* 13, pp. 239-44. <https://doi.org/10.1016/j.ijso.2014.12.011>.
- Mont, O., Plepys, A., Whalen, K., y Nußholz, J. L. K. (2017). Business model innovation for a Circular Economy: Drivers and barriers for the Swedish industry - the voice of REES companies. *Mistra REES*. 10,11.
- Osterwalder, A., y Pigneur, Y. (2010). *Business Model Generation: A Handbook for Visionaries, Game Changers, and Challengers*. Hoboken.
- OTB México (2022). Colección “Economía Circular” [Pinturas]. Galeria Adriana Valdés, Jalisco, México. <https://galeriaadrianavaldes.com.mx>.

Patrick J. Denard *et al.*, (2018). Stress shielding of the humerus in press-fit anatomic shoulder arthroplasty: review and recommendations for evaluation, *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, Volume 27, Issue 6, pp. 1139-1147.

Pittaway, T., y Niekerk, P. V. (2015). Horizon-scanning the ostrich industry with bibliometric indicators. *African Journal of Agricultural and Resource Economics*, 10(1).

Polawska, E., Cooper, R. G., Józwiak, A., y Pomianowski, J. (2013). "Meat from Alternative Species—Nutritive and Dietetic Value, and its Benefit for Human Health—a Review". *CyTA-Journal of Food* 11(1): 37-42 [en línea] <http://doi.org/10.1080/19476337.2012.680916> (consultado 10-10-2015).

Ponphaiboon, J., Limmatvapirat, S., Chaidedgumjorn, A., y Limmatvapirat, C. (2018). Physicochemical property, fatty acid composition, and antioxidant activity of ostrich oils using different rendering methods. *LWT*, 93, 45-50.

Pratt, K., Lenaghan, M. (2015). *The Carbon Impacts of the Circular Economy*. Scotland.

Ramírez, C. E., Montes, J. M. (2022). Estimación del Intervalo *Post mortem*, Registro número 03-2022-051814021300-01, INDAUTOR, México.

Ramírez Cecilia E., Talamantes, R., Flores, E., de Guevara, H. P. L., Delgado, J. I., Estrella, R. A., ... y Viveros, J. M. (2021). Assessing mechanical behavior of ostrich and equine trabecular and cortical bone based on depth sensing indentation measurements. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*, 117.

Ramírez A. Cecilia (2022). Romulus. [Fotografía]. Recuperado de <http://lomont.com.mx>.

Ramírez A. Cecilia (2023). Romulus. [Fotografía]. Recuperado de <https://acervomarcas.impi.gob.mx:8181/marcanet/vistas/common/home.pg>.

Ramírez, C. E. *et al.*, Assessing mechanical behavior of ostrich and equine trabecular and cortical bone based on depth sensing indentation measurements. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*, 117, <https://doi.org/10.1016/j.jmbbm.2021.104404>.

Rancho Tikva [@ranchotikva] (5 de diciembre de 2023). [Fotografía]. Instagram. <https://www.instagram.com/ranchotikva?igsh=aHAzbzVkZnl4dTE3>.

Reike, D., Vermeulen, W. J. V., y Witjes, S. (2018). The circular economy: New or refurbished as CE 3.0? — Exploring controversies in the

- conceptualization of the circular economy through a focus on history and resource value retention options. *Resources, Conservation and Recycling*, 135, 246-264. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.08.027>.
- Repp, L., Hekkert, M., y Kirchherr, J. (2021). Circular economy-induced global employment shifts in apparel value chains: Job reduction in apparel production activities, job growth in reuse and recycling activities. *Resources, Conservation and Recycling*, 171, <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.105621>.
- Rizos, V., Behrens, A., van der Gaast, W., Hofman, E., Ioannou, A., Kafyke, T. *et al.* (2016). Implementation of circular economy business models by small and medium-sized enterprises (SMEs): barriers and enablers. *Sustainability* 8, 1212. <https://doi.org/10.3390/su8111212>.
- Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, Å., Chapin III, F. S., Lambin, E., ... y Foley, J. (2009). Planetary boundaries: exploring the safe operating space for humanity. *Ecology and society*, 14(2).
- Roos, G. (2014). Business model innovation to create and capture resource value in future circular material chains. *Resources*, 3, 248-274. <https://doi.org/10.3390/resources3010248>.
- Rosa, P., Sassanelli, C., y Terzi, S. (2019). Towards circular business models: a systematic literature review on classification frameworks and archetypes. *J. Clean. Prod.*, 236, 117696. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.117696>.
- Schaller, Nina (2011). "Birds on the Run : What Makes Ostriches so Fast ?," 21, 12-17.
- Secretaria de Fomento Agropecuario ([SEFOA], 2013). Desarrollo agropecuario, competitivo y sustentable: 1-16. Disponible en: <http://www.sefoa.gob.mx/COMUNICADOS/2014/Diagn%C3%B3stico%20y%20Soluci%C3%B3n%20Estrategico%20Ejes%203.5.pdf> [18 mayo 2015].
- Shanawany, M., y Dingle, J. (1999). Ostrich production systems. Roma, FAO.
- Schroeder, P., Anggraeni, K., Weber, U. (2019). The relevance of circular economy practices to the sustainable development goals. *J. Ind. Ecol.* 23, 77-95. <https://doi.org/10.1111/jiec.12732>.
- Sharma, R. K. (2005), Nutritional strategies for reducing methane production by ruminants. *Indian J Res*, 4(1).
- Sonmez, M.M., Armagan, R., Ugurlar, M., y Eren, T. (2017). Allografts versus equine xenografts in calcaneal fracture repair. *J. Foot Ankle Surg.* 56 (3), 510-513. <https://doi.org/10.1053/j.jfas.2017.01.015>.

Teece, D. J. (2010). Business models, business strategy and innovation. *Long range planning*, 43(2-3), 172-194.

Zhang, X.-Y., Fang, G., Xing, L.-L., Liu, W., y Zhou, J. (2018). *Effect of porosity variation strategy on the performance of functionally graded Ti-6Al-4V scaffolds for bone tissue engineering*. *Mater*.

Zink, T., y Geyer, R. (2017). Circular economy rebound. *Journal of Industrial Ecology*, 21(3), 593-602. <https://doi.org/10.1111/jiec.12545>.

Economía circular y su importancia en la creación de nuevos empleos: caso de estudio México¹

Héctor Guadalupe Ramírez-Escamilla*
María Concepción Martínez Rodríguez**
Martín Cutberto Vera Martínez***

***ORCID:** <https://orcid.org/0000-0001-9440-4644>

Ingeniero Ambiental. Estudiante de maestría en Ciencias en Estudios Ambientales y de la Sustentabilidad del Centro Interdisciplinario de Investigaciones y Estudios sobre Medio Ambiente y Desarrollo del Instituto Politécnico Nacional. CIEMAD-IPN, México.

****ORCID:** <https://orcid.org/0000-0003-3094-5411>; **ResearchGate:** <https://www.researchgate.net/profile/Maria-Martinez-Rodriguez-2/research>; **Google Scholar:** <https://scholar.google.com/citations?hl=es&user=NByc9WUAAA&authuser=2>

Doctora en Política Pública. Profesora Investigadora del Centro Interdisciplinario de Investigaciones y Estudios sobre Medio Ambiente y Desarrollo del Instituto Politécnico Nacional. CIEMAD-IPN, México.

*****ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-3415-9357>; **ResearchGate:** <https://www.researchgate.net/profile/Martin-Vera-2>; **Google Scholar:** <https://scholar.google.com/citations?hl=es&authuser=2&user=kzYiowgAAAAJ>

Doctor en Gobierno y Administración Pública, Universidad Autónoma de Baja California, México.



Resumen

La economía circular (EC) emerge como un modelo de negocio que permite la coexistencia armoniosa de los aspectos económicos y ambientales, sin que uno perjudique al otro, al mismo tiempo que optimiza los procesos, reduce la demanda de materia prima y prolonga la vida útil de los recursos. El objetivo de este estudio consistió en identificar las nuevas oportunidades de empleo que la adopción del concepto de EC demanda, con un enfoque especial en destacar los requerimientos para México a fin de lograr esta incorporación y alcanzar los objetivos de desarrollo sostenible. Para ello, se empleó una metodología cualitativa basada en la recuperación de artículos de la base de datos Sciencedirect y en un análisis crítico de investigaciones relacionadas con el tema. Los resultados obtenidos indican que la creación de nuevos empleos requiere un conocimiento profundo en áreas como el reciclaje, la reutilización y el reaprovechamiento, así como competencias en la gestión de residuos, el manejo del agua, la calidad del aire y el diseño sostenible, entre otros. Por lo tanto, se plantea la necesidad de que las instituciones académicas realicen adecuaciones en sus programas de enseñanza para incorporar estos nuevos ejes temáticos. En conclusión, la incorporación de estas nuevas disciplinas en EC (producción de energía a partir de fuentes renovables, gestión de residuos y agua, educación ambiental, economista y analista ambiental, gestión de la cadena de suministro, diseño sostenible y construcción y arquitectura sostenible) guiará a México y a sus empresas hacia el camino del desarrollo sostenible y permitirá la implementación de estrategias que mejoren la gestión de recursos y residuos a lo largo de la cadena de valor, además de tener ahorros económicos.

Palabras clave: *economía circular, empleos, educación, caso de estudio.*

Abstract

The circular economy (CE) emerges as a business model that allows for the harmonious coexistence of economic and environmental aspects, without one harming the other, while optimizing processes, reducing the demand for raw materials, and extending the lifespan of resources. The objective of this study was to identify the new employment opportunities that the adoption of the CE concept demands, with a special focus on highlighting the requirements for Mexico to achieve this incorporation and meet the Sustainable Development Goals. To do this, a qualitative methodology was employed based on the retrieval of articles from the Sciencedirect database, and a critical analysis of research related to the topic. The results indicate that the creation of new jobs requires deep knowledge in areas such as recycling, reusing, and repurposing, as well as skills in waste management, water management, air quality, and sustainable design, among others. Therefore, there is a need for academic institutions to adjust their teaching programs to incorporate these new thematic axes. In conclusion, the incorporation of these new disciplines in the CE (production of energy from renewable sources, waste and water management, environmental education, economist and environmental analyst, supply chain management, sustainable design, and sustainable construction and architecture) will guide Mexico and its companies towards the path of sustainable development and enable the implementation of strategies that improve resource and waste management along the value chain, in addition to yielding economic savings.

Keywords: *circular economy, jobs, education, case study.*

Introducción

El sistema de consumo actual en muchas empresas de diversos sectores, como la industria, la tecnología y la alimentación, sigue una economía lineal (adquirir, usar, desechar). Esta práctica ha generado numerosos problemas ambientales, incluida la explotación insostenible de los recursos naturales, la contaminación química, el cambio climático, la disminución de las reservas de agua dulce, la acidificación de los océanos, la pérdida de biodiversidad y la alteración de los ciclos biogeoquímicos, además de contribuir al deterioro de la capa de ozono debido al uso excesivo de sustancias agotadoras de la capa de ozono (SAO) (Falappa *et al.*, 2019; Gobierno de España, 2022).

Una alternativa que ha surgido para abordar los problemas causados por la economía lineal es la economía circular (EC), que desempeña un papel fundamental en la promoción del desarrollo sostenible. En este enfoque, se busca mantener productos, materiales y recursos dentro de la cadena de valor de un artículo durante el mayor tiempo posible (Bravi *et al.*, 2019; Gobierno de España, 2022). La EC se centra en la conservación de los recursos económicos y ambientales, y promueve medidas como el uso racional de los recursos naturales, la reducción de emisiones contaminantes, la minimización de la producción de residuos y la gestión integral de estos (Seguí *et al.*, 2018). Es importante destacar que, aunque se persigue la circularidad, alcanzar un sistema completamente circular al cien por ciento es imposible, ya que siempre existe cierta pérdida en cualquier ciclo de reciclaje, lo que impide alcanzar objetivos de cero residuos, cero extracciones de recursos o cero emisiones.

Los daños ambientales tienen un impacto económico negativo al afectar el rendimiento económico. Por lo tanto, se busca regular estos daños mediante políticas y regulaciones basadas en los principios de la EC, que promuevan las 3R (reducir, reutilizar, reciclar) aplicadas a materiales e insumos. De esta manera, se establece una relación de interdependencia entre las dimensiones económicas y ambientales (Constantin *et al.*, 2020).

El término EC se utilizó por primera vez en 1990 para describir un sistema cerrado de interacciones entre la economía y el medioambiente. Surgió como un desafío al sistema económico lineal tradicional que prevalecía en ese momento, lo que motivó el desarrollo de un nuevo modelo basado en los principios de la primera y segunda ley de la termodinámica (Rizos *et al.*, 2017).

La relación entre la EC y el medioambiente en el modelo económico abarca tres funciones: proveedor de recursos, asimilador de residuos y fuente de utilidad. Los primeros en abordar este término, como Pearce y Turner, se inspiraron en el trabajo de Kenneth Boulding, quien discutió los límites que debían aplicarse al consumo excesivo y al creciente déficit ecológico causado por el sistema económico lineal (Cámara Argentina de Comercio y Servicios, 2017).

Por lo tanto, la EC puede definirse como un enfoque económico en el que se busca mantener el valor de los productos, materiales y recursos en la economía durante el mayor tiempo posible, lo cual minimiza la generación de residuos (Naciones Unidas, 2021). Para lograr una EC, se implementan diversas acciones clave, como maximizar la utilización a lo largo de la cadena de valor y reintroducir activos en los mercados. Además, se aplican políticas que fomentan modelos de negocio y cadenas de valor circulares, que incluyen:

1. Incentivar a los fabricantes a desarrollar líneas de productos que satisfagan las demandas de los clientes.
2. Estimular a las empresas a utilizar materiales de circuitos regenerativos, en lugar de flujos lineales.
3. Fomentar el desarrollo de modelos de ingresos en las empresas que generen valor en todas las etapas de una cadena.
4. Identificar a los clientes dispuestos a cambiar sus patrones de consumo y propiedad.

Sin embargo, la transición hacia una EC conlleva desafíos significativos, la mayoría de los cuales están relacionados con acciones políticas (Constantin *et al.*, 2020).

Las barreras para la adopción de la EC incluyen:

1. Falta de fijación de precios, uso eficiente de los recursos o su reutilización/ reciclaje.
2. Carencia de incentivos para adquisiciones.
3. Pocas inversiones en innovación en infraestructuras y tecnologías.
4. Falta de conocimientos técnicos e incentivos económicos.
5. Escasa información para el consumidor sobre el origen de los productos.

México se ha comprometido con los objetivos de desarrollo sostenible (ODS) de las Naciones Unidas en 2015, que tienen como objetivo poner fin a la pobreza, proteger los recursos naturales y promover la paz y la prosperidad. La EC es un tema que puede contribuir directamente al logro de la mayoría de los 17 ODS (tabla 1).

Tabla 1. Objetivos de desarrollo sostenible

17 Objetivos de desarrollo sostenible	
1. Fin a la pobreza	9. Industria, innovación e infraestructura
2. Hambre cero	10. Reducción de las desigualdades
3. Salud y bienestar	11. Ciudades y comunidades sostenibles
4. Educación de calidad	12. Producción y consumo responsable
5. Igualdad de género	13. Acción por el clima
6. Agua limpia y saneamiento	14. Vida submarina
7. Energía asequible y no contaminante	15. Vida de ecosistemas terrestres
8. Trabajo decente y crecimiento económico.	16. Paz, justicia e instituciones sólidas
	17. Alianzas para lograr objetivos

Nota: adaptado de *Objetivos de desarrollo sostenible* por Naciones Unidas, 2015.

Entre los objetivos que pueden alcanzarse mediante una EC se encuentran los siguientes (Carrillo, 2019):

- ODS 7 (energía asequible y no contaminante): se persigue la sustitución de la energía convencional por fuentes de energía limpia, lo que conlleva una significativa reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI).
- ODS 8 (trabajo decente y crecimiento económico): es crucial reducir el impacto ambiental y regular aspectos como los salarios, las jornadas laborales y la protección de los trabajadores.
- ODS 9 (industria, innovación e infraestructura): en la mayoría de los sectores industriales, se busca la recuperación de materiales a través de la recolección y el reciclaje.
- ODS 12 (producción y consumo responsable): la promoción de la EC en cualquier sector industrial debe incluir la sensibilización de los consumidores sobre el uso responsable de productos para evitar compras innecesarias e irresponsables.
- ODS 13 (acción por el clima): es esencial llevar a cabo la recolección de artículos que sean factibles de reutilizar o reciclar. Esto implica la recuperación de materiales o componentes esenciales que pueden volver a utilizarse en la fabricación de nuevos productos, contribuyendo así a la reducción de emisiones de GEI. La gestión inadecuada de residuos conduce a que estos terminen en vertederos.
- ODS 14 (contaminación marina y microfibras plásticas): se debe fomentar la implementación de procesos de tratamiento de aguas residuales antes de su vertido en el alcantarillado.

Una vez aclarados algunos de los puntos importantes que involucra la EC y las dificultades que representa su implementación, este documento tiene como objetivo identificar los empleos y negocios que podrían surgir con la adopción y transición hacia un modelo de negocios circular en México. Además, abordará el tema de los nuevos empleos que requiere la EC y qué medidas deben tomarse para cubrir estas necesidades. Finalmente, se

discutirá la relevancia de la educación en el contexto de la ec y cómo esta contribuye a cubrir las nuevas vacantes.

Metodología

El enfoque utilizado en este artículo se centra en una revisión teórica basada en investigaciones a nivel internacional y nacional. Este enfoque proporciona un contexto amplio sobre las profesiones y empleos ya consolidados en otros países que han avanzado en el ámbito de la EC. Estos ejemplos internacionales sirven como referencias importantes para orientar la transición hacia la EC en México.

En primer lugar, se seleccionó ScienceDirect como la principal base de datos. Luego, se definió un periodo de tiempo para recuperar estudios que abarcaran los últimos 10 años, con el propósito de acceder a investigaciones recientes que abordaran el tema de EC y negocios creados bajo este enfoque. Posteriormente, se establecieron palabras clave específicas, como *circular economy*, *circular business*, *jobs* y *applications*, lo que resultó en un total de 3245 artículos. Estos fueron posteriormente filtrados para recuperar únicamente artículos de revisión relacionados con áreas temáticas como ingeniería y ciencias sociales, ya que estas áreas están más directamente vinculadas con el tema central de la creación de negocios y, por ende, de empleos, lo que resultó en un conjunto final de 28 artículos. Finalmente se realizó una revisión de los títulos, resúmenes y palabras clave de cada artículo. De igual forma, se complementó la información con informes recuperados de sitios oficiales para la obtención de datos verídicos enfocados en los avances que México ha tenido en materia de EC.

Una vez recopilados los artículos internacionales y nacionales, se procedió a su lectura y análisis, con el propósito de evaluar el enfoque y alcance de cada investigación. Posteriormente, se identificaron los diversos planteamientos relacionados con las posibles oportunidades de empleo y las áreas emergentes que surgirán durante la transición hacia una EC en México y específicamente en el ámbito empresarial. De esta manera, se pudo discutir el papel fundamental que desempeña la academia en la formación de profesionales capaces de cubrir estas nuevas oportunidades laborales.

Desarrollo

Importancia de la adopción de una EC

Después de las consecuencias de la pandemia de COVID-19, muchas empresas se vieron obligadas a realizar cambios en sus métodos de producción y la presentación de productos para hacer frente a la emergencia sanitaria y cumplir con los objetivos de desarrollo sostenible establecidos para el año 2030. Estos objetivos se vieron amenazados por el aumento desmesurado de materiales sanitarios necesarios que se convirtieron en residuos.

Es precisamente en estos tiempos recientes que el tema de la EC ha cobrado una mayor relevancia. Situaciones que han desafiado la sostenibilidad y la gestión consciente de los recursos han requerido acciones urgentes. Lewandowski (2016) identifica 11 principios relacionados con la EC (véase tabla 2), los cuales pueden servir como guía para las empresas que desean reestructurar sus modelos de negocios y flujos de materiales.

Tabla 2. Principios de la economía circular

Principio	Definición
Segmentos de mercado	Consiste en encontrar los clientes correctos y apropiados.
Propuestas de valor	Ofrecer sistemas de producto-servicio.
Canales	Virtualización.
Relaciones con los clientes	Producir sobre pedido, personalizar el producto o aplicar estrategias de marketing social.
Fuentes de ingreso	Elegir fuentes basadas en los insumos, en la disponibilidad, en el uso o en la <i>performance</i> y considerar el valor de los materiales retornables.
Recursos clave	Utilizar materiales con mejor <i>performance</i> , regenerar y restaurar el capital natural, virtualizar y usar recursos retornables.
Actividades clave	Optimizar la <i>performance</i> del producto, innovar en el diseño de éste (materiales biodegradables), uso de energías renovables.
Asociaciones clave	Recurrir a redes colaborativas y colaborar con empresas que apoyen la EC.
Estructura de costes	Costos de los elementos
Sistema de devolución	Gestionar el proceso de retorno por parte del consumidor de los productos
Factores de adopción	Incluyen las capacidades propias de la empresa por adoptar un modelo.

Nota: adaptado de Lewandowski (2016).

La transición hacia un modelo circular puede ser un proceso complejo, especialmente si se busca realizar un cambio abrupto en la forma de producción. Sin embargo, es importante tener en cuenta que cuanto más tiempo tarde una compañía en implementar estos cambios, mayores serán los costos futuros y menores serán las ganancias. Por lo tanto, la clave está en comenzar con pequeñas adaptaciones y avanzar gradualmente hacia un proceso transformador que lleve a la empresa a operar como un sistema cerrado (Parra, 2021).

A continuación, se mencionarán algunos avances por parte de algunos estados de la República mexicana en tema de EC.

Avances en la aplicación de la EC en México

El gobierno desempeña un papel fundamental en la aceleración de la transición hacia una EC, ya que ésta ofrece una amplia gama de beneficios, que van desde una mejor gestión de residuos hasta la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) (Sehnem *et al.*, 2018). El Estado puede ejercer un papel crucial en el fomento de la EC al proporcionar financiamiento para cubrir los altos costos de inversión inicial, crear demanda en el mercado para soluciones de EC a través de la contratación pública y orientar las inversiones del sector privado (Brandão *et al.*, 2020).

En la Ciudad de México (CDMX), que alberga a más de nueve millones de personas (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2020), se lleva a cabo un constante flujo de movilidad relacionado con las necesidades de recursos materiales y las costumbres de sus habitantes. Por esta razón, el Gobierno de la ciudad ha puesto a disposición de los ciudadanos información sobre las medidas que busca implementar para lograr un desarrollo económico-social, sin causar daños al medioambiente ni a su entorno. Con este fin, se han planteado una serie de estrategias de EC divididas en cuatro grupos (Secretaría del Medio Ambiente, 2022).

1. Programas.

Entre los programas de EC que lleva a cabo el Gobierno de la Ciudad de México (CDMX) se destacan los siguientes:

Programa de Gestión Integral de Residuos de la Ciudad de México (2021-2025). Este programa tiene como objetivo principal mejorar la gestión y el manejo integral de los residuos sólidos en la ciudad. Además, se ha propuesto ampliar su alcance incorporando aspectos como la producción y el consumo responsables, el manejo y aprovechamiento de recursos, la mitigación del cambio climático, la adaptación e innovación, y la promoción del empleo.

Programa de Acción Climático de la Ciudad de México (2021-2030). Este programa se enfoca en la mitigación del cambio climático a través del tratamiento y manejo adecuado de los residuos generados en la ciudad. Busca reducir las emisiones de GEI asociadas a la gestión de residuos y fomentar prácticas más sostenibles en este ámbito.

Estos programas reflejan el compromiso del Gobierno de la CDMX para promover una cultura de consumo y producción más responsable y consciente del entorno. Asimismo, buscan impulsar la innovación en la creación de nuevos servicios que minimicen el impacto ambiental y orienten a la ciudad hacia un enfoque más circular, donde se maximice la utilización de recursos y se reduzca la generación de residuos.

2. Proyectos.

Entre las iniciativas que contempla el gobierno de la CDMX con relación a la EC, se encuentra un curso desarrollado por la Secretaría de Medio Ambiente (Sedema) dirigido a empresas, emprendedores y empresarios. Este curso tiene como objetivo la integración de nuevas herramientas circulares en la industria y la generación de soluciones a los desafíos ambientales.

Otro proyecto importante es la Declaración de Construcción Limpia, que busca cumplir con los objetivos establecidos en la Agenda 2030. A través de esta declaración, se establecen metas para la reducción de emisiones y la innovación en la industria de la construcción.

3. Infraestructura.

Para la gestión de los residuos generados en la Ciudad de México (CDMX), el gobierno cuenta con una planta de selección en Vallejo que promueve una EC. Los ingresos obtenidos de la venta de materiales reciclables se utilizan como ingresos públicos para obras de servicio urbano. Además, la ciudad dispone de infraestructuras como una planta de tratamiento de residuos de construcción y demolición, una de las principales fuentes de emisiones de carbono. Esta planta procesa entre 150 y 250 toneladas de residuos de construcción por hora y utiliza el material para fabricar concreto hidráulico utilizado tanto por entidades públicas como privadas.

4. Marco normativo.

La CDMX ha adoptado medidas para reducir y gestionar la cantidad de residuos generados dentro de su espacio. Entre estas medidas se encuentra la prohibición de plásticos desechables, conforme a la norma NACDMX-010-AMBT-2019. Esta norma establece especificaciones técnicas para las bolsas y productos plásticos de un solo uso, con el objetivo de definir las características, especificaciones técnicas y métodos de prueba que deben cumplir estos productos para considerarse compostables.

Como se puede observar, la CDMX ha realizado esfuerzos significativos para reducir la cantidad de residuos generados, mejorar su infraestructura y fortalecer su marco normativo en busca de un enfoque más sostenible y circular en la gestión de recursos y residuos.

Al igual que en la CDMX, otros estados de la República mexicana están haciendo importantes avances en el campo de la EC. A continuación, se presentan algunos ejemplos de estos avances (Secretaría del Medio Ambiente, 2022):

1. En Cancún, Quintana Roo, se está trabajando en la creación de una ciudad forestal inteligente que sigue un enfoque completamente

circular y busca ser autosuficiente en alimentos y energía. Este es un enfoque innovador que busca abordar la sostenibilidad desde múltiples ángulos.

2. En Guadalajara se ha llevado a cabo la Declaración de Guadalajara para impulsar la EC en México. Este esfuerzo involucra a la sociedad civil, el gobierno, la iniciativa privada y la Universidad Autónoma de Guadalajara, y se centra en promover prácticas de reciclaje y una economía más circular en la región.
3. En Nayarit se está implementando un programa de EC inclusiva con innovaciones específicas, como la creación de un prototipo de agroplásticos reciclables, desarrollado por el Centro de Investigación en Química Aplicada de la región. Este enfoque busca abordar desafíos específicos relacionados con los plásticos en la agricultura.
4. Chihuahua se está poniendo en marcha un plan general de gestión de residuos sólidos municipales basado en un enfoque de reciclaje. Este plan busca mejorar la gestión de residuos en la región y promover prácticas más sostenibles.

Estos ejemplos demuestran el creciente interés y compromiso de diversas regiones de México en promover la EC como una forma efectiva de abordar los desafíos ambientales y fomentar prácticas más sostenibles en diversas áreas. Esos avances se han visto reflejados en proyectos de algunas empresas establecidas en México. En el siguiente apartado se abordará cuál ha sido la función de estas.

Proyectos en México con perspectivas hacia una EC

La información proporcionada por el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (2020) en su *Evaluación de la situación actual de la EC para el desarrollo de una hoja de ruta para Brasil, Chile, México y Uruguay*, destaca algunas iniciativas y casos de éxito que tienen el potencial de generar impactos positivos en diversos aspectos ambientales y económicos en estos países. Estas iniciativas y casos de éxito se centran en:

1. Mitigación de gases de efecto invernadero (GEI). La adopción de prácticas de EC puede contribuir a la reducción de las emisiones de GEI al minimizar la generación de residuos y promover la reutilización y el reciclaje de materiales.
2. Reducción de residuos. La EC busca reducir los volúmenes de residuos que terminan en la disposición final, lo que tiene un impacto positivo en la gestión de residuos y en la conservación de los recursos naturales.

3. Eficiencia energética e hídrica. Al promover la optimización de procesos y la reutilización de materiales, la EC puede contribuir a reducir el consumo de energía, agua y otros recursos durante todo el ciclo de vida de los productos y servicios.
4. Crecimiento económico sostenible. Estas iniciativas están alineadas con la búsqueda de un crecimiento económico basado en inversiones verdes, lo que significa que se fomenta un desarrollo económico que minimiza los impactos negativos en el medioambiente y promueve la sostenibilidad.

En la tabla 3 se presentan estas iniciativas y proyectos que han surgido y están en desarrollo para promover la EC en el país (Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, 2020). A través de estos casos de éxito, podemos comprender que la EC es un modelo que busca mantener los materiales y la energía en uso continuo, como parte de un ciclo de producción, lo que genera beneficios tanto económicos como ambientales. Se destacan empresas de diferentes sectores que están comenzando a implementar estos modelos, y si logran una transición exitosa, representarán un impacto positivo para el país y contribuirán al cumplimiento de los objetivos ambientales para el año 2030.

Es importante resaltar que estos proyectos e iniciativas se convertirán en fuentes significativas de empleo, ya que su ejecución dependerá del conocimiento y la experiencia de expertos en la materia. Además, requerirán inversiones que deberán ser respaldadas por incentivos que motiven a las empresas a llevar a cabo esta transformación.

Tabla 3. *Iniciativas y proyectos puestos en marcha hacia acciones de EC*

Nombre	Descripción
Planta cero agua de Nestlé	Reutilización del agua, innovación para extraer el agua de materias primas y reciclarla.
Aprovechamiento energético de residuos sólidos municipales en el estado de Aguascalientes.	Captura y uso del biogás de rellenos sanitarios que mitigan las emisiones de GEI y la energía generada, empleándose para la fabricación de vehículos en el complejo de Nissan.
Aprovechamiento energético de residuos sólidos municipales en la ciudad de Monterrey	Captura y uso del biogás de rellenos sanitarios que mitigan las emisiones de GEI y la energía generada, el cual se emplea para el alumbrado público y el metro.
Simbiosis en la Industria del cemento. Geocycle-Holcim	Aprovechamiento energético de los residuos mediante la tecnología del procesamiento, donde se realiza la destrucción segura de residuos a muy altas temperaturas en paralelo a la producción del cemento.

Recicla electronics México Remsa	Sitio de recepción y acopio de materiales electrónicos para su aprovechamiento.
Biosolutions México y Penka Simbiosis en el sector del agave	Aprovechamiento de subproductos de la industria del agave tequila para la producción de otros materiales.
Desarrollo innovadora de bioembalajes Biocel	Proyectos de emprendimientos circulares, crean alternativa biodegradable de uniceil a partir de residuos agroindustriales y micelio de hongos para aplicaciones de embalaje.

Nota: Adaptado de *Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático* (2020).

Empleos y negocios con enfoque en la EC

Como se observó en los apartados anteriores, si bien México ha comenzado a avanzar en proyectos y estrategias, el modelo de EC tiene como prioridad la reducción de la generación de residuos, ya que uno de sus objetivos fundamentales es que “el valor de los productos, los materiales y los recursos (como el agua y la energía) se mantenga en la economía durante el mayor tiempo posible” (Ellen MacArthur Foundation, 2015). Esto significa que los productos deben ser diseñados de manera que puedan ser reconstruidos para reincorporarlos en un futuro como materia prima (Ecverde, 2021). Esto es un área para ser ocupada por conocedores y profesionistas en el tema de reciclaje y reutilización.

La transición hacia una EC podría generar hasta 6 millones de oportunidades de empleo para el año 2030 (Euronews, 2023). A medida que se implementen regulaciones para fomentar la EC, es posible que los empleos y modelos de negocio tradicionales basados en la economía lineal disminuyan. Sin embargo, esta transición abre la oportunidad laboral en áreas como el reciclaje, los servicios de reparación (Residuos Profesional, 2015; Economía Circular y Social, 2021). A continuación se aborda a profundidad lo que se realiza en estas áreas.

1. Reciclaje en zonas urbanas y rurales

La EC representa una apuesta económica, ambiental, social e industrial que promueve la creación de empleos y la preservación del medioambiente. El reciclaje, en particular el reciclaje de plásticos es una de las áreas que puede generar un gran número de empleos. En Europa, la Fundación Ellen MacArthur, señaló que no reciclar una parte de las botellas de plástico podría resultar en pérdidas de 105000 millones de euros al año. Esto demuestra que aprovechar la oportunidad de reciclar estos plásticos puede ser un negocio rentable (Prevención Integral, 2019).

Para llevar a cabo una estrategia de empleo, como el reciclaje de plásticos, se requiere de incentivos económicos que fomenten la inversión en infraestructuras innovadoras. Por esta razón, las empresas están mostrando interés en desarrollar productos que sean fácilmente reciclables, lo que les permite obtener ganancias adicionales y reducir sus costos (Hahladakis *et al.*, 2020).

No solo el plástico representa una oportunidad de negocio en el reciclaje, sino que el cartón también se ha convertido en una opción viable. Existen centros de recolección de cartón que recopilan los cartones procedentes de la separación de residuos sólidos urbanos. Sin embargo, el desafío principal es que algunos cartones pierden ciertas propiedades que dificultan su reciclaje. Por lo tanto, el negocio de reciclaje de cartón requiere una colaboración efectiva entre los productores y los recolectores para asegurar un proceso eficiente (Prevención Integral, 2019).

2. Servicios de reparación zonas urbanas.

El reciclaje no es la única solución para avanzar hacia una EC. Los servicios de reparación son otra fuente de empleo que pueden contribuir a este enfoque, con el objetivo de reducir el consumismo y prolongar la vida útil de los productos a través del mantenimiento. Estos servicios son comunes en el ámbito de los aparatos eléctricos, ya que en muchos casos un mantenimiento adecuado es suficiente para seguir utilizando un dispositivo.

A diferencia del reciclaje, la reparación permite recuperar un producto con un bajo aporte de materia prima. Sectores como el automovilístico se benefician de este tipo de negocios al ofrecer servicios de mantenimiento que no sólo generan ingresos adicionales, sino que también demuestran un compromiso con el medioambiente. Otros sectores clave para la reparación incluyen los aparatos eléctricos y electrónicos, así como el mobiliario y la decoración, ya que estos productos a menudo requieren de reparación, lo que crea oportunidades de negocio y empleo (Rekondo, 2020). Para lograr un consumo circular, es fundamental implementar estrategias como las descritas por Procuraduría Federal del Consumidor (2021), en relación con dispositivos electrónicos: en primera consumir y fabricar de manera inteligente; en segunda, extender la vida útil de los productos por último, aprovechar y recuperar los materiales de manera eficiente.

Como se puede observar, en ambos casos se requiere de especialistas en EC que posean los conocimientos necesarios para garantizar que las empresas desarrollen productos sostenibles y minimicen su huella ambiental. Estos profesionales también desempeñan un papel fundamental al informar, concienciar y educar a la sociedad sobre estos temas (Infoempleo, 2020).

La formación de profesionales desempeña un papel crucial en la promoción de la EC y la transición hacia nuevos modelos económicos (Ortega, 2020). Los

profesionales son responsables de difundir las ventajas y la importancia de adoptar un enfoque circular en las empresas. Por esta razón, las instituciones educativas deben mantenerse actualizadas en temas relevantes y ofrecer programas de licenciatura, maestría y doctorado que aborden los conceptos y prácticas de los modelos económicos circulares. Algunos ejemplos de profesiones especializadas en EC incluyen técnicos expertos en EC, técnicos de sostenibilidad, investigadores de análisis de ciclo de vida, técnicos de calidad y medioambiente, y gestores de residuos (López, 2021). La mayoría de estas profesiones se han desarrollado en países europeos, donde se ha avanzado significativamente en políticas y sistemas educativos con un enfoque en la EC. Sin embargo, que un país como México tome como referencia las experiencias de otros países, sirve como un marco de referencia que ayudará a formar profesionales con los conocimientos necesarios para satisfacer las demandas de la transición hacia nuevos empleos basados en la EC (Domínguez, 2017).

Nuevos empleos que requerirá la EC en México

La EC es un tema que ha comenzado a ser explorado de manera gradual en México. A pesar de que se observa un cambio en esta tendencia, se están adoptando medidas para promover la EC (Estévez, 2016). Sin embargo, aún es necesario identificar las áreas que requieren la presencia de especialistas en estrategias de la EC, quienes puedan liderar la transición hacia este nuevo modelo económico.

Con base en la investigación, se han identificado diversas áreas en las que se crearán nuevos empleos como resultado de la implementación de la EC, como lo son:

1. Producción de energía a partir de fuentes renovables. La transición a fuentes de energía más sostenibles y la gestión de los residuos orgánicos pueden crear empleos en la industria de las energías renovables.
2. Gestión de residuos y agua. Se requerirá de expertos que conozcan el manejo y la clasificación de los residuos para su valorización y aprovechamiento, además del uso de agua y estrategias que permitan su tratamiento y recuperación.
3. Educación ambiental. Se requerirá de comunicadores y educadores ambientales, que transmitan la información a empresas y a la sociedad.
4. Economista y analista ambiental. Se necesitarán expertos para evaluar y cuantificar el impacto económico y ambiental.
5. Gestión de la cadena de suministro. Se requerirá de expertos en logística y gestión de materiales, pero esta vez con una perspectiva

en estrategias circulares que permitan extender el mayor tiempo posible la utilidad de las materias primas.

6. Diseño sostenible. La creación de productos diseñados para la reutilización y reciclaje requerirá de especialistas que diseñen este tipo de productos.
7. Construcción y arquitectura sostenible. Se generará demanda de arquitectos, ingenieros y constructores especializados en sostenibilidad.

Estas áreas no sólo contribuyen a la creación de nuevos empleos, sino que también promueven mejoras significativas para las empresas al reducir las emisiones y las pérdidas debidas a la sobreproducción, lo que finalmente se traduce en ahorros económicos. Por lo tanto, la EC también fomenta la innovación, la reducción de costos y facilita el acceso a financiamientos e inversiones para aquellos interesados en prácticas sostenibles.

Función de la academia en la formación de profesionales

La educación desempeña un papel fundamental en la promoción de la EC y en la concientización sobre los problemas ambientales y climáticos que enfrentamos. Los países reconocen la importancia de educar a la población sobre estos temas para lograr los objetivos de desarrollo sostenible y cumplir con los compromisos de la Agenda 2030. Las escuelas desempeñan un papel esencial para difundir y aplicar los principios de la EC, alejándose de la economía lineal y promoviendo un enfoque más sostenible que evite el consumismo agotador de recursos naturales.

En México, el gobierno ha buscado impulsar la educación ambiental a gran escala en todos los niveles de enseñanza. Un ejemplo de esto es el convenio firmado en abril de 2021 entre la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat) y la Secretaría de Educación Pública (SEP), con el apoyo de otras instituciones gubernamentales y el Gobierno de la Ciudad de México. Este convenio tuvo como objetivo promover acciones de educación ambiental para todos los estudiantes, lo que fomenta el conocimiento, los valores y las habilidades necesarias para abordar los problemas ambientales y gestionar la calidad del entorno (Gobierno de México, 2021).

De esta forma, se demuestra que es función del gobierno proveer los elementos políticos en educación para que las instituciones educativas proporcionen a los estudiantes la formación necesaria en EC y sostenibilidad, que, de cierta forma, guiará al país hacia esa transición. Para lograr esto, los estudiantes deben desarrollar una visión sistémica que les permita comprender el impacto de sus decisiones en los aspectos económicos, sociales y ambientales. Además, deben aprender metodologías para aplicar conceptos de sustentabilidad, innovación y EC en su futuro profesional (Ortega,

2020; Ramos, 2021). La educación también inculca la responsabilidad social y la importancia de devolver a la naturaleza lo que utilizamos, lo que concuerda con los principios de la EC.

Futuro y transición de los negocios a una EC

La adopción de prácticas menos contaminantes y la implementación de la EC se están convirtiendo en una responsabilidad ambiental y legal para muchas empresas líderes en la actualidad. Colaborar con las políticas y regulaciones ambientales es esencial para alcanzar el éxito en la transición hacia la EC. La armonización y simplificación de las políticas para las empresas, sin comprometer sus metas ambientales, es fundamental para allanar el camino hacia la EC.

En México, aunque la adopción de la EC todavía está en sus primeras etapas, existen ejemplos de empresas exitosas que están encaminando sus proyectos hacia la generación cero de residuos y la reducción de emisiones en sus operaciones. Empresas como PetStar, Heineken México, Natura, Danone y Bonafont han logrado avances significativos en esta dirección (Cadena, 2021). Sin embargo, es importante destacar que, si bien la EC ofrece numerosos beneficios, también puede plantear desafíos para ciertos sectores. Uno de los sectores que podría verse afectado es la construcción, que tradicionalmente se ha basado en el consumo de recursos para crear nuevas estructuras. Aunque en México aún no se ha implementado un modelo circular en este sector, existen alternativas, como el reciclaje de residuos de construcción para su reutilización, que pueden reducir el consumo de materiales vírgenes y generar beneficios económicos (Sendino, 2020).

Otro sector que podría enfrentar desafíos es la industria de fabricación de plásticos de un solo uso. Esta industria podría verse obligada a adaptarse a un modelo circular o enfrentar dificultades, ya que gran parte de su materia prima es virgen y no reciclada. La investigación y el desarrollo de nuevos materiales, como plásticos biodegradables o reutilizables, son esenciales para abordar este desafío y reducir la generación de residuos (Sendino, 2020).

La industria textil también se verá afectada por la transición hacia la EC. Esta industria contribuye significativamente al impacto ambiental y social, y la mayoría de los consumidores todavía no exige prácticas sostenibles. La transición hacia un modelo circular en la industria textil puede ser complicada, ya que muchos productos textiles no pueden ser reincorporados directamente al proceso como materia prima. Sin embargo, se están proponiendo prácticas como el ecodiseño, la reparación y reutilización de prendas, y la recolección separada para reciclaje y reutilización de residuos textiles. Además, la gestión eficiente del agua utilizada en la fabricación de prendas es un aspecto clave que debe abordarse (Sendino, 2020).

En resumen, la transición hacia un modelo de EC es esencial para abordar los desafíos ambientales y económicos actuales. Aunque esto puede plantear desafíos para ciertos sectores, también ofrece oportunidades para la innovación y la sostenibilidad a largo plazo. La colaboración entre empresas, políticos y la sociedad es fundamental para lograr una transición exitosa hacia un modelo económico más circular y responsable con el medioambiente.

Conclusión

La implementación de la EC no sólo brindará a México la oportunidad de cumplir con los objetivos de desarrollo sostenible y la creación de nuevos empleos, sino que también puede ofrecer soluciones a problemáticas socioambientales y económicas. Estas soluciones incluyen la reducción de residuos a través de servicios de reparación que prolonguen la vida útil de los productos, la adopción de un enfoque de consumo y fabricación inteligente, y una gestión más eficiente de los residuos a través del reciclaje y la reutilización. Además, la EC contribuye a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, la mejora de la eficiencia energética e hídrica, y la creación de una economía sostenible.

El primer paso hacia la transición de México a un modelo económico circular es la implementación de políticas que incorporen aspectos relacionados con EC en todos los niveles de educación, desde la educación básica hasta la educación superior. Estos programas educativos deben abordar estrategias y evidenciar los resultados positivos que se obtienen mediante un modelo circular de economía. El segundo paso implica la formación de especialistas y profesionales en el campo de la EC (producción de energía a partir de fuentes renovables, gestión de residuos y agua, educación ambiental, economía y análisis ambiental, gestión de la cadena de suministro, diseño sostenible y construcción y arquitectura sostenible), con el propósito de integrarlos en las diversas áreas laborales del sector industrial. Esto permitirá la promoción de estrategias de EC y, en última instancia, la creación de nuevas oportunidades de empleo.

Para alcanzar estos objetivos, tanto las políticas gubernamentales como las instituciones académicas desempeñan un papel fundamental en la promoción de la EC. Trabajando en conjunto, podrán formar a los futuros profesionales necesarios para desempeñar los nuevos roles de empleo requeridos en la transición hacia una EC. Además, la academia desempeñará un papel relevante en la divulgación de información, ya sea a través de profesionales capacitados o mediante investigaciones futuras. Esto deberá influir en las empresas y la sociedad, modificando los hábitos de producción y consumo respectivamente, y demostrando la factibilidad económica de la implementación de un modelo económico circular.

Referencias

- Brandão, M., Lazarevic, D., y Finnveden, G. (2020). *Handbook of the Circular Economy*. Edward Elgar Publishing.
- Bravi L., D'Anghela M., y Murmura F. (2019). *Wood Furniture SMEs Approaches towards Circular Economy: a literature review*. Escola Superior de Ciencias Empresariais de Valenca.
- Cadena, G. (14 de mayo de 2021). Empresas que apuestan por el desarrollo circular en México. *Milenio*. <https://www.milenio.com/especiales/empresas-que-apuestan-por-el-desarrollo-circular-en-mexico>.
- Cámara Argentina de Comercio y Servicios (2017). *Informe sobre Economía Circular*. Unidad de Estudios y Proyectos Especiales.
- Carrillo, J. C. (2019). *Promoción de la economía circular en el sector moda y textil en México*. Centro Mexicano de Derecho Ambiental. https://www.cemda.org.mx/wp-content/uploads/2019/08/CEM_moda_publicaci%C3%B3n.pdf.
- Constantin D., Capusneanu S., Ioan D., y Aslam H. (2020). Circular Economy and Circular Business Models in the Actual Global Ecological Context: Various Approaches. *IGI Global*. 1-17. 10.4018/978-1-7998-0178-8.ch009.
- Domínguez, C. (14 de septiembre de 2017). Educación y ética: motores para migrar a la economía circular. *Milenio*. <https://www.milenio.com/negocios/educacion-etica-motores-migrar-economia-circular>.
- Economía circular y social (21 de Junio del 2021). Reciclar sí, pero mejor reutilizar. *Dónalo*. <https://blog.donalo.org/2021/06/21/como-la-economia-circular-contribuye-a-generar-empleo/>.
- Ecverde (29 de julio de 2021). Empleos verdes gracias a la economía circular. *Economía Circular Verde (Ecverde)*. <https://economiecircularverde.com/empleos-verdes/>.
- Ellen MacArthur Foundation (2015). *Hacia una economía circular: motivos económicos para una transición acelerada*. https://archive.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/Executive_summary_SP.pdf.
- Estévez, R. (8 de marzo de 2016). La economía circular y el empleo. *Eco inteligencia*. <https://www.ecointeligencia.com/2016/03/economia-circular-empleo/>.

- Euronews (2023). *La economía circular: ¿Una oportunidad de 4,1 billones de euros?* Euronews. <https://es.euronews.com/next/2023/01/18/la-economia-circular-una-oportunidad-de-41-billones-de-euros>.
- Falappa, M. B., Lamy, M., y Vázquez, M. (2019). *De una Economía Lineal a una Circular, en el siglo XXI*. Universidad Nacional de Cuyo. http://planificacion.bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/14316/falappa-fce.pdf.
- Gobierno de España (2022). *PERTE en Economía Circular*. https://planderecuperacion.gob.es/sites/default/files/2022-03/PERTE_EC_memoria_09032022.PDF.
- Gobierno de México (26 de abril de 2021). *Gobierno de México impulsa educación ambiental para la sustentabilidad en todos los niveles de enseñanza*. SEGOB. <https://www.gob.mx/semarnat/prensa/gobierno-de-mexico-impulsa-educacion-ambiental-para-la-sustentabilidad-en-todos-los-niveles-de-ensenanza?idiom=es>.
- Hahladakis, J. N., Iacovidou, E., y Gerassimidou, S. (2020). Plastic waste in a circular economy. *Plastic Waste and Recycling*, 481-512. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-817880-5.00019-0>.
- Infoempleo (2020). Especialista en economía circular. *Infoempleo*. <https://www.infoempleo.com/guias-informes/empleo-sostenible/perfiles/especialista-economia-circular.html>.
- Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (2020). *Evaluación de la situación actual de la economía circular para el desarrollo de una hoja de ruta para Brasil, Chile, México y Uruguay*. Ciudad de México, México.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2020). *Censo de Población y Vivienda*. <https://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/df/poblacion/>.
- Lewandowski, M. (2016). Designing the business models for circular economy—towards the conceptual framework. *Sustainability*, 8(1), 43. <https://doi.org/10.3390/su8010043>.
- López, J. V. (2021). *Tendencias laborales en el marco de la Economía Circular*. Fundación Economía Circular. <https://economiecircular.org/tendencias-laborales-en-el-marco-de-la-economia-circular/>.
- Naciones Unidas (2021). La economía circular: un modelo económico que lleva al crecimiento y al empleo sin comprometer el medioambiente. *Noticias ONU*. <https://news.un.org/es/story/2021/03/1490082>.

Naciones Unidas (2015). *Objetivos de desarrollo sostenible*. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/>.

Ortega, M. N. (1 de Abril del 2020). Una clave de la economía circular es la educación para el reciclaje. *Plastics Technology México*. <https://www.pt-mexico.com/articulos/una-clave-de-la-economia-circular-es-la-educacion-para-el-reciclaje>.

Parra A. (2021). *Un modelo de negocios circular como ventaja competitiva de exportación*. Universidad Siglo 21.

Prevención integral (13 de Noviembre del 2019). Todos los empleos de futuro están en la economía circular. *Prevención integral*. <https://www.prevencionintegral.com/actualidad/noticias/2019/11/05/todos-empleos-futuro-estan-en-economia-circular>.

Procuraduría Federal del Consumidor (2021). *Economía circular en materia de Telecomunicaciones*. Ciudad de México, México.

Ramos, V. (14 de Septiembre del 2021). El valor de la educación en la economía circular. *Comunicarse*. <https://www.comunicarseweb.com/opinion/el-valor-de-la-educacion-en-la-economia-circular>.

Rekondo, J. (17 de Octubre del 2020). Economía circular y reparación de productos. *El diario.es*. https://www.eldiario.es/euskadi/blogs/viento-del-norte/economia-circular-reparacion-productos_132_6300470.html.

Residuos profesional (11 de Noviembre del 2015). ¿Qué clase de empleo generará una economía circular?. *Residuos profesional*. <https://www.residuosprofesional.com/empleo-generara-economia-circular/>.

Rizos V., Tuokko K., y Behrens A. (2017). The Circular Economy A review of definitions, processes and impact. *Research Reports*, 1-40.

Secretaría del Medio Ambiente (2022). Qué estamos Haciendo. *Gobierno de la Ciudad de México: CDMX*. <http://www.sadsma.cdmx.gob.mx:9000/circular/que-estamos-haciendo>.

Seguí L., Medina R. y Guerrero H. (2018). Gestión de residuos y economía circular. *EAE Business School*, 1-46.

Sehnm, S., Vazquez-Brust, D., Farias, S. y Campos, L. (2018). Circular economy: benefits, impacts and overlapping. *Supply Chain Management*. 24(6), 784-804. <https://doi.org/10.1108/SCM-06-2018-0213>.

Sendino, J. (2020). La economía circular y su impacto regulatorio en las empresas españolas. *KPMG España*. <https://www.tendencias.kpmg.es/2020/06/economia-circular-impacto-regulatorio-empresas/>.

Dispositivo electrónico sustentable como estrategia para evitar el desbordamiento de contenedores de basura

Mario Kevin Montoya Ramírez *

*Grado de bachiller con especialidad en Informática en el Cobach del Estado de San Luis Potosí Plantel 01. Actualmente, cursa el séptimo semestre de la carrera de Ingeniería Mecatrónica en el Instituto Tecnológico de San Luis Potosí, México.



Resumen

El cambio climático está afectando a todos los países de todos los continentes, altera la economía nacional y afecta la vida como se le conoce: los sistemas meteorológicos están cambiando, los niveles del mar están subiendo y los fenómenos climáticos son cada vez más extremos (Moran, 2020). Un problema en comparación pequeño, pero exponencial, es el desbordamiento de los contenedores de basura, que representa un problema para organismos, empresas e instituciones debido a que genera acumulación de residuos, contaminación y olores desagradables, además de una mala percepción. Dentro del Instituto Tecnológico de San Luis Potosí, ubicado al oriente de la ciudad capital del estado de San Luis Potosí, este problema forma parte de la cotidianidad, pues es el entorno para los estudiantes y para el personal. Con el objetivo de minimizar esta problemática, hallazgo de la intervención mediante un estudio de caso con alcance diagnóstico-descriptivo y enfoque cualitativo, se desarrolla un dispositivo alarma que notificará al personal de limpieza que los contenedores deben vaciarse por estar próximos a desbordarse. Este dispositivo es energizado con energía renovable y equipado con un microcontrolador que procesa los datos provenientes de un sensor ultrasónico, los cuales son enviados a un equipo receptor, lo que permite que el personal de limpieza visualice el momento de vaciarlos. El proceso de desarrollo incluyó etapas de diseño del circuito y la carcasa protectora, simulaciones y pruebas realizadas para comprobar su utilidad. Los resultados obtenidos, muestran la viabilidad y utilidad del dispositivo para abordar el problema de desbordamiento de los contenedores de basura en el instituto. Además, resalta el potencial de esta solución para mejorar la gestión de residuos y promover un entorno más limpio y saludable en la institución.

Abstract

Climate change is affecting all countries on all continents, disrupting national economies and affecting life as we know it: weather systems are changing, sea levels are rising and climatic phenomena are becoming more extreme (Moran, 2020). A comparatively small but exponential problem is the overflowing of garbage containers, which represents a problem for organizations, companies and institutions because it generates waste accumulation, pollution and unpleasant odors, in addition to a bad image. Within the Technological Institute of San Luis Potosi, located to the east of the capital city of the state of San Luis Potosi, this problem is part of the daily routine, being the environment for students and staff. With the objective of minimizing this problem, which is the finding of the intervention through a case study with a diagnostic-descriptive scope and qualitative approach, an alarm device is developed to notify the cleaning staff when the containers should be emptied because they are about to overflow. This device is powered by renewable energy and equipped with a microcontroller that processes the data coming from an ultrasonic sensor that is sent to a receiving equipment, allowing the cleaning personnel to visualize the moment of emptying, which promotes it as an application derived from a technological innovation. The development process included design stages of the circuit and the protective casing, simulations and tests carried out to prove its usefulness. The results obtained show the viability and usefulness of the device to address the problem of overflowing trash containers at the institute and highlight the potential of this solution to improve waste management and promote a cleaner and healthier environment at the institution.

Introducción

El manejo de desechos sólidos genera un gran reto en la sociedad actual. Acorde con Roa (2022), en su infografía “Un mundo de desechos”, cada año se generan en el mundo 2010 millones de toneladas de desechos sólidos y al menos el 33% de ellos no se gestionan sin riesgo para el medioambiente. La proporción correspondiente, generada en México, es de 46.6 millones de toneladas y 273750 toneladas en el estado de San Luis Potosí (Semarnat, 2017; H. Ayuntamiento de San Luis Potosí, 2021).

Una de las principales estrategias a nivel internacional para combatir los efectos de los desechos sólidos en el mundo es la Agenda 2030, cuyo principal objetivo es lograr el desarrollo sostenible basado en 17 objetivos, de los cuales dos están directamente relacionados con este proyecto: el ODS 7, energía asequible y no contaminante, y el ODS 13, acción por el clima (ONU, 2017).

El Tecnológico Nacional de México, a través de la Dirección de Aseguramiento de la Calidad, adopta los sistemas de gestión como herramientas de estandarización de la calidad en el servicio educativo que permite mejorar el desempeño global de los 254 institutos tecnológicos y centros, los que proporciona una base sólida para las iniciativas de desarrollo sostenible, pues diseña, coordina y evalúa los proyectos, procesos, programas y procedimientos conforme a las normativas correspondientes, a fin de generar una mejora continua. Entre estos sistemas se encuentra el sistema de gestión ambiental, donde se especifica el control operacional para el manejo integral de los residuos sólidos urbanos (TecNM, 2021).

Preguntas de investigación

- ¿Es posible que con la ayuda de un dispositivo electrónico se pueda reducir el desbordamiento de basura y su acumulación en los espacios del Tecnológico?
- ¿Es posible que la implementación de una aplicación ayude a organizar las actividades de trabajo del personal de limpieza de una institución?
- ¿Existe una forma en la que la recolección de desechos tenga efecto en la percepción del ambiente dentro del instituto?

Hipótesis

Si se innova un dispositivo que avise al personal de limpieza el nivel de llenado de los contenedores de basura, se podrá reducir la contaminación de los espacios del Instituto Tecnológico de San Luis Potosí.

Bases teóricas

La gestión integral de residuos sólidos puede ser definida como la disciplina asociada al control de la generación, almacenamiento, y transporte, procesamiento y evacuación de los residuos sólidos de una forma que armoniza con los mejores principios de la salud pública, la economía, la ingeniería, la conservación de la estética, y de otras consideraciones ambientales que también responde a las expectativas públicas (Tchobanoglous *et al.*, 1994).

El medioambiente, comprendido como el conjunto de valores naturales, sociales y culturales existentes en un lugar y un momento determinado, que influyen en la vida material y psicológica del hombre y en el futuro de generaciones venideras (Rengifo, 2008), está condicionado por alternativas que coadyuvan en la actuación a favor del entorno a pesar de los efectos negativos del progreso. Estas nuevas generaciones están inmersas en la generación de energía renovable, también llamada energía limpia. Esta se encuentra en la naturaleza en una cantidad ilimitada y, una vez consumida, se puede regenerar de manera natural. Frente a los efectos contaminantes y el agotamiento de los combustibles fósiles, es una alternativa probada y efectiva. Entre los diferentes tipos de energías renovables se encuentran la energía hidráulica, energía eólica, energía solar, energía geotérmica, energía mareomotriz, energía de la biomasa (Cornejo-Cantú, 2019).

La energía solar fotovoltaica es una fuente de energía renovable que se obtiene directamente de la radiación solar mediante un panel solar que, a su vez, la transforma en energía eléctrica. El proceso comienza cuando la luz solar se absorbe por una de las caras de una célula fotoeléctrica de que se componen los paneles solares, y se produce un diferencial de potencial eléctrico entre ambas caras, lo cual hace que los electrones salten de un lugar a otro, y se genera así corriente eléctrica que se transporta hasta la red de distribución para llegar hasta los puntos de consumo (Aparicio, 2020).

En cuanto a la tecnología utilizada en dispositivos electrónicos, existen plataformas de código abierto tales como Arduino, estructurado por medio de módulos y una placa principal, que contienen un microcontrolador en el que se carga un programa para que realice las funciones deseadas (Córcoles y Moreno, 2017). En la misma placa se pueden montar diversos dispositivos, como diodos, servomotores, pantallas (display) o sensores.

Los sensores ultrasónicos captan sonido a frecuencias altas, algunas que el oído humano no puede escuchar. Su finalidad es determinar la distancia que hay entre el sensor y el objeto más cercano a éste, que se encuentre frente a él. El sensor emite una onda ultrasónica a una frecuencia específica y espera a que este sonido “rebote” en un objeto y regrese. El sensor registra el tiempo entre la emisión de la onda y el momento en que regresó, para con esta información calcular la distancia (Cytron Technologies Sdn. Bhd., 2013).

Existen diferentes protocolos de red para mantener una comunicación inalámbrica entre dos dispositivos. Uno de ellos es el protocolo Zigbee, que se basa en una red de corto alcance y bajo consumo de energía, utilizada en aplicaciones de baja capacidad (Moreno y Ruiz, 2007). Con este protocolo de red no se obtienen velocidades muy altas, pero su bajo consumo energético es el indicado para un proyecto potenciado por energías limpias.

Bases metodológicas

Caso de estudio: desbordamiento de contenedores de basura en el Instituto Tecnológico de San Luis Potosí

Descripción del problema

Castillo (2019) habla de los problemas que causan el desbordamiento de basura. La basura acumulada alrededor de contenedores puede propiciar un criadero para diferentes tipos de bacterias e insectos que se ven atraídos por los desechos. Los vapores que emanan de la basura pueden contaminar el aire y causar problemas respiratorios, entre otros, por lo que un manejo eficiente de los residuos es sumamente importante para el bienestar social. Además, la contaminación por basura resulta un problema crítico, pues la acumulación puede ser arrastrada por el viento que la dispersa por diferentes lugares y, con ello, esparce la contaminación (González *et al.*, 2021).

Para evaluar la percepción de la comunidad del instituto sobre la implementación del dispositivo, se llevó a cabo una encuesta. Los resultados revelaron que el dispositivo sería útil y pertinente, ya que mejora la planificación del personal de limpieza, reduce los efectos de la contaminación, previene plagas y mejora la percepción del ambiente dentro del instituto.

Contextualización

El manejo de residuos y el deficiente servicio de recolección son algunas de las situaciones a las que las instituciones están expuestas, pues al ser lugares con distintas áreas, de grandes dimensiones, un número considerable de personas puede generar fuertes cantidades de residuos en el transcurso de un día. Entre los tipos de desechos se encuentran; papel, cartón, follajes, residuos de alimentos, plásticos, residuos electrónicos (Semarnat, 2015).

Las instituciones educativas se convierten en actores importantes en esta generación de residuos sólidos, debido al número de personas que transitan. Para combatirla, se implementan programas o sistemas que favorecen la gestión de residuos (Jibril *et al.*, 2012). El hacer uso de aplicaciones, programas, máquinas y dispositivos para optimizar un proceso es una de las ventajas que ofrece la ingeniería, por lo que estas opciones se deberán encaminar al rápido descenso de las tasas de generación de residuos y el aumento en tiempo del agotamiento de espacio en los contenedores. Las estrategias

de disminución y reciclaje de residuos son ampliamente aceptadas para aumentar la eficiencia de los programas ambientales, debido a su potencial para reducir los costos de eliminación y de transporte.

Dentro del plantel del Instituto Tecnológico de San Luis Potosí, cada una de las aulas cuenta con cestos de basura, al igual que en los diferentes departamentos y laboratorios del recinto. Estos contenedores son vaciados con relativa frecuencia por el personal de mantenimiento. Sin embargo, aquellos lugares de tránsito constante por transeúntes en general, como pasillos, plazas, comedores y espacios recreativos, tienden a tener menor atención. Estos contenedores, al alcanzar su máxima capacidad, son propicios a desbordar basura, lo que provoca una mala percepción del espacio, contaminación del suelo y malos olores.

Importancia de la aplicación de innovación tecnológica en estrategias sustentables

La ingeniería ha sido una de las herramientas que han respaldado el trabajo de la humanidad para mejorar su calidad de vida, esto ha funcionado por la experimentación de distintos procesos que estudian y se enfocan en determinadas áreas. La importancia de este caso de estudio es la generación de una propuesta de solución tecnológica, que se fundamente en un proyecto de investigación basado en la aplicación de la mecatrónica que permita realizar la planeación, programación y construcción de un dispositivo con el que se pretende contrarrestar los efectos negativos de la acumulación de desechos.

Presenta, en su desarrollo, un propósito inicial de ser sustentable, ya que es alimentado con energía limpia (solar) por medio de la implementación de celdas fotovoltaicas que darán energía al circuito y es aplicado para minimizar efectos de contaminación por residuos sólidos en el entorno. Con ello, se impacta directamente en el objetivo de desarrollo sostenible –ODS- 7, energía asequible y no contaminante, y el ODS 13, acción por el clima, contenidos en la Agenda 2030 (ONU, 2017).

Ya que el dispositivo funciona con energía solar, y atiende directamente al objetivo 7 de energía asequible y no contaminante, tiene como meta garantizar el acceso a una energía asequible, fiable, sostenible y moderna para todos.

El objetivo 13 de acción por el clima sugiere adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos, la relación entre los residuos sólidos y el cambio climático, y cómo el reducirlos puede contribuir enormemente en la lucha contra el cambio climático (Serna y Serna, 2022).

Se considera que este dispositivo auxiliará las actividades de mantenimiento para detener la acumulación de basura generada en el instituto, las cuales,

con frecuencia, son rebasadas, lo que provoca que los contenedores se desborden. Aunado a ello, se evitará la contaminación, tanto del suelo como del aire, que pueden ocasionar los residuos sólidos.

Propuesta tecnológica para incluirse en el programa de mantenimiento del plantel en relación con la ejecución de vaciado de contenedores de basura por el personal

Implementar como estrategia para minimizar el desbordamiento de basura en los contenedores de la unidad de análisis —Instituto Tecnológico de San Luis Potosí— se presenta una innovación tecnológica que consiste en un dispositivo alarma construido mediante la aplicación de microcontroladores y sensores que determinan la capacidad de los contenedores y el momento de vaciarlos por personal de mantenimiento.

Este dispositivo presenta, en su fase de diseño, construcción e implementación, fases que integran actividades tecnológicas, de reconocimiento local y otras del tipo de gestión ante departamentos involucrados para lograr los objetivos que se han planteado. Este estudio abarca las fases de reconocimiento en la unidad de análisis y la construcción del dispositivo, lo que promueve la implementación en una fase posterior en el departamento de Ingeniería Mecatrónica del instituto como área piloto.

Las fases de reconocimiento en la unidad de análisis e inicio de la propuesta se concentran en los siguientes objetivos:

1. Realizar un programa de recorridos en horas normales y horas complicadas en cuanto al tránsito de personas que permita recolectar información de la unidad de análisis.
2. Diseñar un dispositivo con base en elementos tecnológicos que se adapten a contenedores de basura.
3. Construir un dispositivo que se pueda fijar en la superficie del contenedor para detectar niveles de basura y mande señal digital a un ordenador.
4. Documentar resultados parciales y recomendaciones para minimizar la contaminación por desbordamiento de basura; y visual con base en la implementación del dispositivo creado.

Objetivo 1. Problemas particulares observados

Para llevar a cabo el estudio, se recurrió a la programación de recorridos de campo en el plantel del Instituto Tecnológico de San Luis Potosí, con diversos objetivos de reconocimiento registrados en instrumentos de recolección de datos creados *ex profeso*. Se detectaron cuatro principales eventos en relación a la generación de residuos:

1. *Desbordamiento de basura y acumulación en los espacios de tránsito.* Actualmente, se presenta un problema de desbordamiento de los contenedores de basura y acumulación de residuos en diversos espacios. Esto genera malos olores, atrae insectos y roedores, y aumenta el riesgo de propagación de enfermedades entre los estudiantes y el personal de la institución.
2. *Falta de organización en las actividades de limpieza.* Es común que el personal de limpieza realice sus actividades de manera aleatoria o sin un plan preestablecido, lo que puede generar que se pasen por alto ciertas áreas o se dejen de recoger residuos en los contenedores, lo que aumenta el problema de desbordamiento por acumulación de basura.
3. *Percepción negativa del ambiente dentro del instituto.* La acumulación de basura y la falta de limpieza pueden generar una percepción negativa del ambiente dentro del Tecnológico, lo que puede afectar la satisfacción y la calidad de vida de los estudiantes y el personal.
4. *Diferentes tipos de contenedores de basura en la institución.* Dentro de la escuela se han encontrado cuatro tipos de contenedores diferentes.

Objetivo 2. Diseño del dispositivo

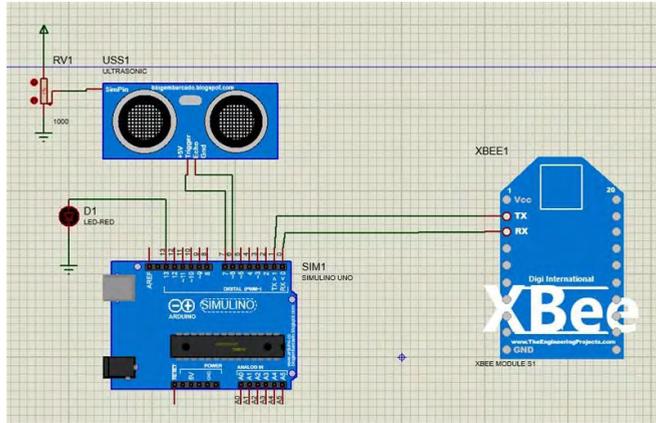
La base del dispositivo es tener un diseño que cumpla con las funciones deseadas. Teniendo los componentes necesarios para la operación del artefacto, el diseño se basa en dos fases: la carcasa y el circuito.

La carcasa del dispositivo debe de cumplir con diferentes especificaciones que son definidas en el diseño, por mencionar algunas: el asegurar su durabilidad, la confianza de las mediciones, las condiciones del ambiente de operación y la practicidad de su operación, sin perder de vista los usuarios que estarían en contacto con el instrumento y su función.

El circuito electrónico que se encarga de cumplir con el objetivo del dispositivo es un punto importante a considerar, debido a que no es permitido ningún tipo de error en las conexiones de los componentes. Si se realiza una mala conexión de los elementos del circuito, se puede generar una operación no correcta del artefacto, gastos no considerados o un producto inservible. El diseño se basa en los siguientes pasos:

- **Diseño del circuito.** Donde se estudió la forma de lograr el cometido y se escogieron los componentes adecuados.

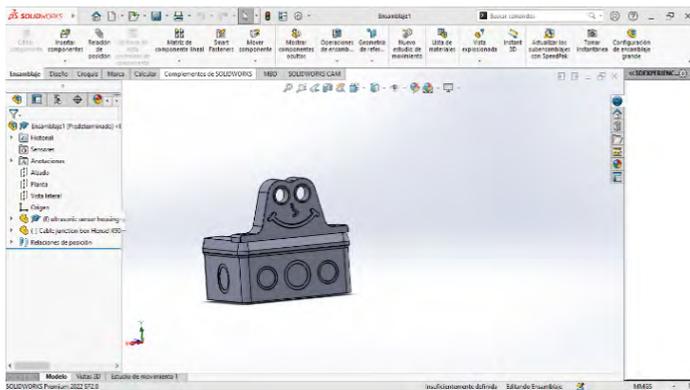
Figura 1. Diseño inicial del circuito



Fuente: Elaboración propia.

- **Diseño de la carcasa protectora.** En este paso se consideraron las medidas y la disposición de los componentes para diseñar una carcasa que pudiera contenerlos y protegerlos de la intemperie.

Figura 2. Diseño de la carcasa protectora



Fuente: Elaboración propia.

Objetivo 3. Construcción del dispositivo

Los elementos seleccionados para la etapa de construcción son los apropiados para la construcción de un prototipo simple, y se seleccionaron los más baratos por cuestiones de presupuesto.

Para la transmisión y recepción de señal se optó por un transceptor de radiofrecuencia NRF24, que tiene ciertas limitantes frente al aparato ideal,

que sería un módulo que utilice un protocolo Zigbee para poder crear una red que monitoree diferentes contenedores de basura al mismo tiempo y con mayor alcance que el transceptor de radiofrecuencia.

En el diseño se consideró una carcasa de plástico que podría ser fabricada mediante impresión 3D. Sin embargo, dado que fue más accesible, se adaptó una caja chalupa de 3 x 3 pulgadas que pudo desempeñar el mismo propósito. Algo a observar aquí es que, al ser de un metal conductor, hay que tener cuidado de que los componentes no tengan contacto directo con la caja.

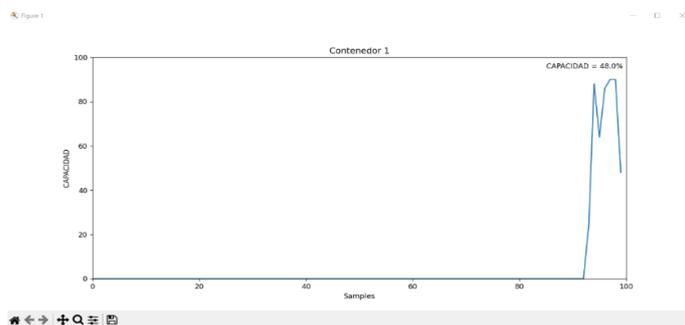
Para todos los propósitos de procesamiento de datos, se utilizaron dos microprocesadores Arduino Uno. Si el dispositivo es producido a mayoreo, para ahorrar costos, se puede reemplazar el Arduino por chips ATmega38 conectados a placas fenólicas para realizar con mayor comodidad las conexiones.

Se utilizó una batería de nueve voltios recargable, que tiene la potencia suficiente para darle energía al Arduino sin dañarlo.

Se seleccionó una celda solar capaz de entregar el voltaje y la corriente necesarios para cargar la batería que alimenta al circuito durante el día. Para esto, cabe señalar que durante días nublados o durante la noche la celda solar no estará entregando energía, pero la batería estará cargada para permitir al dispositivo seguir funcionando.

- **Programación.** Para que el microcontrolador seleccionado pueda desempeñar su función fue necesario programarlo y realizar diferentes pruebas que confirmarán que estaba funcionando de manera adecuada.

Figura 3. Interfaz gráfica del software desarrollado



Fuente: Elaboración propia.

- **Ensamblaje del dispositivo.** Se montaron los diferentes componentes electrónicos en la carcasa diseñada y se realizaron pruebas para

comprobar que la carcasa no interfiriera con las funciones de los componentes. En esta etapa se tuvieron algunos fallos debido al material de la carcasa, por lo que fue necesario realizar algunos ajustes.

Figura 4. *Ensamblaje del dispositivo*



Fuente: Elaboración propia.

- **Montaje y pruebas del dispositivo.** Por último, el dispositivo se montó en un contenedor de pruebas para llenarlo con diferentes materiales y comprobar su funcionamiento.

Figura 5. *Pruebas del dispositivo*



Fuente: Elaboración propia.

Objetivo 4. Resultados parciales y recomendaciones

En el mercado existen diferentes contenedores de basura inteligentes que funcionan conectándose directamente a la red eléctrica. A diferencia de ellos, este dispositivo es alimentado mediante energía solar para reducir el impacto ecológico que pueda ocasionar y ser sustentable.

Como resultado de la construcción se obtuvo un dispositivo capaz de monitorear el nivel de basura de un contenedor, así como una aplicación de computadora para representar esta información de forma gráfica y dar una alerta mediante un LED que se enciende cuando el nivel de basura es demasiado alto. Esto cumple con el objetivo general, que es construir el dispositivo.

Se realizó una prueba con uno de los tipos de contenedores encontrados en el Instituto Tecnológico de San Luis Potosí. En la siguiente imagen podemos observar el contenedor con el prototipo unido a su parte superior y la computadora que estará monitoreando los datos enviados por el prototipo.

Figura 6. Prueba del dispositivo



Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se puede observar más de cerca el dispositivo encargado de recibir la señal del prototipo para que la computadora interprete los datos. El Arduino con el receptor de señal de radiofrecuencia tiene una ProtoBoard con un LED que brilla cuando el nivel de basura alcanza niveles altos.

Figura 7. Equipo receptor de señal



Fuente: Elaboración propia.

Para cumplir con los objetivos específicos se propone realizar pruebas piloto con contenedores estandarizados dentro de las instalaciones del Instituto Tecnológico de San Luis Potosí.

Al realizar observaciones en el campus, se observó que existen diferentes tipos de contenedores, situación que puede dificultar las pruebas piloto propuestas. La mayoría de los contenedores de basura están hechos con malla de acero, los cuales llevan una bolsa que es retirada cuando los botes están llenos. La necesidad de controlar la cantidad de desechos que se generaban de una manera fácil y rápida hizo que se añadieran tambos de lámina como contenedores, además de contenedores de colores para separar desechos orgánicos e inorgánicos.

El uso de contenedores diferentes a lo largo del campus es un obstáculo para el proyecto debido a que se tendrán que cambiar parámetros de la programación del dispositivo o del diseño de la carcasa para adaptarse a los diferentes contenedores. Por esta razón se propone estandarizarlos a un tipo en específico.

Conclusiones

La ingeniería por su constitución como hito de la ciencia aplicada genera áreas de especialización como la mecatrónica, que es la integración sinérgica entre área mecánica, la electrónica y los sistemas computarizados de control inteligente en el diseño y manufactura de productos, que no sólo promueven el avance tecnológico, sino de igual manera el social y el ambiental (Aguinaga, 2009). Este estudio conjuga la aplicación de la ingeniería mecatrónica en un problema de índole social y cultural con afectación directa al ambiente.

A través de la ejecución de un caso de estudio, se realiza una propuesta tecnológica para considerar los objetivos de desarrollo sostenible mediante los avances tecnológicos del área de la mecatrónica para canalizar los esfuerzos en favor del medioambiente. Con el dispositivo creado y los resultados obtenidos, se demuestra la viabilidad y utilidad del dispositivo, para abordar el problema de desbordamiento de los contenedores de basura en el instituto. Además, resalta el potencial de esta solución para mejorar la gestión de residuos y promover un entorno más limpio y saludable en la institución.

Se cumplió con los objetivos del caso de estudio pues se abordó cada uno de los hallazgos a través del desarrollo del dispositivo descrito, se generó valor agregado como parte del planteamiento y ejecución, y se consideraron aspectos de percepción, aunados al enfoque tecnológico de la propuesta.

Se considera una línea de investigación con continuidad de aplicación en un área específica del plantel, en la cual se propone la estandarización de los

contenedores y el seguimiento puntual para medir la efectividad y estar en posibilidades de hacer correcciones adecuadas.

Si bien un sistema como el planteado puede ser de ayuda para el personal de limpieza, el mantener los espacios de una institución libres de basura es responsabilidad de todos, tanto de quien deposita su basura en un lugar poco adecuado, como de quienes no la recolectan con eficiencia, por lo que hacemos un llamado a reflexionar sobre si somos víctimas del problema o parte de él.

Referencias

- Aguinaga, Á. (2009). Aprovechamiento holístico de la mecatrónica en los procesos de manufactura industriales. Seminario Euro Latinoamericano de Sistemas de Ingeniería. <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/9370>.
- Aparicio, M. (2020). *Radiación solar y su aprovechamiento energético*. Marcombo.
- Castillo, S. (2019). *Contenedores de basura desbordados: 5 impactos en la salud y el medioambiente*. Seredecom. <https://www.recolecciondebasuraseredecom.com.mx/contenedores-de-basura-desbordados-5-impactos-en-la-salud-y-el-medio-ambiente>.
- Córcoles, S., y Moreno, A. (2017). Aprende Arduino en un Fin de Semana: Versión Blanco y Negro.
- Cornejo, R. (2019). *Energía, economía y medioambiente: una mirada desde la sostenibilidad y el humanismo*. Depósito Académico Digital de la Universidad de Navarra. <https://dadun.unav.edu/handle/10171/58004>.
- Cornejo-Cantú, R. (15 de julio de 2019). Energía, economía y medioambiente: una mirada desde la sostenibilidad y el humanismo. <https://hdl.handle.net/10171/58004>.
- Cytron Technologies Sdn. Bhd. (2013, mayo). Product User's Manual – HC-SR04 Ultrasonic Sensor.
- González, W., Ramírez, L., Díaz, C., Arias, D., y Guerra, Y. (2021). *Enfermedades causadas por la contaminación ambiental*. AMBIMED. Recuperado el 8 de mayo de 2023 de <https://ambimed2021.sld.cu/index.php/ambimed/2021/paper/viewPDFInterstitial/764/156>.
- H. Ayuntamiento de San Luis Potosí, S.L.P. (2021). *Programas de mejora*. Recuperado el 10 de mayo de 2023 de <https://sitio.sanluis.gob.mx/SanLuisPotoSi/files/contraloria/SubsistemaEvaluacion/>

ProgramasDeMejora/Ecología/Diagnóstico%20DEAP%20Tomo%20II.pdf.

Jibril, J., Dodo, Y., y Shika, S. (2012). Integrated Solid Waste Management as a Tool for Effective Sustainable Practice. https://www.researchgate.net/publication/255855321_Integrated_Solid_Waste_Management_as_a_Tool_for_Effective_Sustainable_Practice.

Moran, M. (17 de junio de 2020). *Cambio climático - Desarrollo Sostenible*. *Desarrollo Sostenible*. ONU <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/climate-change-2/>.

Moreno, J. y Ruiz, D. (2007). *Informe Técnico: Protocolo ZigBee* (IEEE 802.15.4).

Morales, M. (2020). La formación de ingenieros en los modelos educativos del Tecnológico Nacional de México: Un significativo ausente. *Rev. educ. sup.*, 40(192). https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0185-27602019000400141&script=sci_arttext.

ONU (2017). La Asamblea General adopta la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. *Desarrollo Sostenible*. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/2015/09/la-asamblea-general-adopta-la-agenda-2030-para-el-desarrollo-sostenible/>.

Rengifo, H. (2008). Conceptualización de la salud ambiental: teoría y práctica (parte 1). *Rev. Perú. Med. Exp. Salud Pública*, 25(4), 403-409. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-46342008000400010.

Roa, M. (29 de marzo de 2022). Un mundo de residuos. *Statista Infografías*. <https://es.statista.com/grafico/27140/desechos-solidos-municipales-generados-per-capita-al-ano/#:~:text=Generaci%C3%B3n%20de%20residuos&text=Cada%20a%C3%B1o%20se%20generan%20en,riesgo%20para%20el%20medio%20ambiente>. Serna, C., y Serna, G. (2022). Residuos sólidos y cambio climático. *Revista del Instituto de investigación de la Facultad de minas, metalurgia y ciencias geográficas*, 25(50), 393-399.

Semarnat. (2015). Informe de la situación del medioambiente en México.: compendio de estadísticas ambientales. Indicadores clave, de desempeño ambiental y de crecimiento verde. Semarnat.

Semarnat (2017). *Informe del Medio Ambiente*. Semarnat. Recuperado 10 de mayo de 2023 de <https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe18/tema/cap7.html>.

TecNM. (2021). Manual del sistema de Gsetiñon Ambiental. TecNM. https://www.tecnm.mx/?vista=Dir_Calidad.

Tecnológico Nacional de México (2023). *Sistema de Gestión Ambiental SGA*. TecNM.mx. https://www.tecnm.mx/?vista=Dir_Calidad.

Tchobanoglous, G., Díaz, J., Rodríguez, S., Narea, M., y Theisen, H. (1994). *Gestión integral de residuos sólidos*. McGraw-Hill.

Agradecimientos

A la asesora, la doctora Rosa Elia Martínez Torres, por el apoyo brindado durante todas las etapas del proyecto y por impulsarnos a confiar en que la propuesta es pertinente y valiosa. Su apoyo y motivación han sido fundamentales para llevar a cabo este proyecto de manera exitosa. Su conocimiento y experiencia han sido una fuente constante de inspiración para alcanzar los objetivos planteados.

Contador regla de los 24 segundos, caso de estudio en sector de educación básica

Jesús Iván Méndez Sánchez*

*Egresado con reconocimiento por promedio como bachiller de la Escuela Preparatoria Lic. Jesús Silva Herzog. Cursa residencia profesional en Industria Vidriera del Potosí, dentro del noveno semestre de Ingeniería Mecatrónica del Instituto Tecnológico de San Luis Potosí, México.



Resumen

En la actualidad, la ciencia y la tecnología han modificado sustancialmente la relación del ser humano con la naturaleza, así como la interacción entre los seres vivos, pues juega un papel elemental en el desarrollo social. La incorporación de las tecnologías digitales en las actividades desarrolladas en la sociedad son un fenómeno característico de este tiempo. En el sector educativo, son un recurso que mejora los accesos al conocimiento y permite contextualizar el proceso de enseñanza-aprendizaje: la integración de la tecnología a la sociedad es una demanda a la que se debe dar respuesta. Con base en ello, se presenta un estudio de caso que conlleva, en su ejecución, la construcción de un dispositivo que, por su naturaleza, se cataloga como una innovación tecnológica con aplicación en educación básica, es decir, en una escuela primaria como unidad de análisis. El alcance de este estudio es el impacto de la tecnología en la motivación de los estudiantes ante una mejora en actividades cotidianas como una asignatura de educación física. Los resultados se concentran en la construcción de un dispositivo electrónico como auxiliar y apoyo del arbitraje de baloncesto y el impacto que en los estudiantes de una escuela pública de educación básica tiene.

Abstract

Today, science and technology have substantially modified the relationship with nature, as well as the interaction among living beings, playing an elemental role in social development; the incorporation of digital technologies in the activities developed in society are a characteristic phenomenon of this time. In the educational sector, they are a resource that improves access to knowledge and allows to contextualize the teaching-learning process. Integration of technology into society is a demand to which a response must be given. Based on this, a case study is presented, which involves in its execution, the construction of a device, which by its nature, is categorized as a technological innovation with application in basic education, contemplating an elementary school as a unit of analysis. The scope of this study is the impact of technology on the motivation of students to improve improvement in daily activities such as a physical education subject. The results focus on the construction of an electronic device as an auxiliary and support for basketball refereeing and the impact it has on the students of a public elementary school.

Introducción

El impacto que tiene practicar algún deporte en etapas básicas educativas promueve la mejora en la capacidad de concentración; la coordinación visual y motora pueden ser más eficientes, puede desarrollar hábitos como el descanso, alimentación sana y actividad regular, aspectos clave para mantener rendimiento académico óptimo y estabilidad emocional (Súarez, 2004).

El deporte en la educación básica ofrece a los infantes la posibilidad de adquirir valores, habilidades y capacidades personales que mejoran su competencia social y su adaptación, al mismo tiempo que favorecen su bienestar emocional. Todas estas herramientas son fundamentales para que se puedan desarrollar de manera eficiente, además de que ayudan a la formación de su carácter y la buena toma de decisiones para desempeñar actividades cotidianas (Castañón, 2019).

Dentro de las estrategias educativas, el deporte es un eje que permite evidenciar, en su ejecución, elementos de los objetivos de desarrollo sostenible —ODS—, documentados y sugeridos por la ONU (2016) en la Agenda 2030. El estudio contempla el ODS 3, salud y bienestar y el ODS 4 Educación de calidad. El seguimiento y evaluación que se genera al aplicarlos en el sector educativo puede ser base de indicadores efectivos que, de forma intrínseca, estarían arrojando la plantilla estudiantil a un determinado plantel.

Por otro lado, la aportación que la innovación tecnológica ofrece en el medio educativo promueve el interés y búsqueda de comprensión rápida de los infantes acerca del mundo. En la actualidad el desarrollo de elementos tecnológicos es versátil y atractivo, sobre todo para las nuevas generaciones, por lo que el uso de dispositivos varios, en aspectos de actividades físicas, ha sustituido las costumbres de juegos, como lo son los deportes. No así en los programas académicos de la educación básica, en los cuales aún la educación física es obligatoria como asignatura.

Poder conjugar ambas corrientes resulta en una iniciativa que surge de un proyecto del área de ingeniería mecatrónica, en donde se realiza un estudio de caso que implica innovar un tablero electrónico que permita adaptar ciertas reglas deportivas de una forma atractiva para los infantes, quienes en su escuela solo cuentan con infraestructura básica y muchas veces, deteriorada.

Bases teóricas

Algunas universidades en México tienen como objetivo hacer del deporte un vehículo para la formación integral de las personas, para generar estilos de vida activos, para contribuir a una mejor convivencia y propiciar una cultura de paz. Se pueden atender problemas como el sedentarismo y la falta de estado de bienestar físico, mental y socioemocional, pero también la violencia y la desigualdad. Dichas universidades se han abocado en buscar y desarrollar metodologías y estrategias basadas en evidencias científicas que proporcionen, a los profesionales de este campo, las herramientas necesarias para generar procesos formativos (Martínez, 2023).

La educación primaria constituye el segundo nivel de la educación básica, y ofrece un trayecto formativo coherente y consistente que da continuidad al desarrollo de competencias que los alumnos adquieren en la educación preescolar. Además, sienta las bases para que en el nivel de educación

secundaria, los estudiantes alcancen el perfil de egreso y desarrollen las competencias para la vida que les permitan construir su identidad como los ciudadanos democráticos, críticos y creativos que requiere la sociedad (Gobierno de México, 2015).

Los estudiantes experimentan diferentes cambios en sus procesos de desarrollo y aprendizaje, por lo que es necesario que en este nivel tengan oportunidades de aprendizaje que les permitan avanzar en el desarrollo de sus competencias. En este sentido, el deporte es una herramienta que ayuda a conocer los beneficios de realizar alguna actividad desde temprana edad. Además, el deporte en grupo los integra a un entorno social saludable y los ayuda a aceptar éxitos y fracasos (Gobierno de México, 2015).

Las nuevas tecnologías están cambiando radicalmente las formas de trabajo, los medios a través de los cuales las personas acceden al conocimiento, se comunican y aprenden. El cambio en la enseñanza se basa en cuatro elementos fundamentales: las personas, el conocimiento, los procesos y la tecnología (Federación de enseñanza, 2010).

La tecnología es protagonista de la innovación en educación. Es el motor de cambio para la sociedad y para la educación capaz de impulsar la actividad pedagógica y engendrar nuevos modos de enseñar (Euroinnova Formación, 2023).

El impacto que puede atraer para los niños es muy importante, pues permite que se familiaricen con dispositivos electrónicos. Asimismo, el proceso de enseñanza por medio de clases interactivas agradables contribuye con su desarrollo integral.

Caso de estudio

Derivado de un proyecto de investigación en el área de mecatrónica, se consideró un dispositivo con base en circuitos integrados TTL y CMOS. Su finalidad consiste en realizar la función de una alarma convencional. Se programa el número deseado para que active la alarma y comienza a contar hasta llegar al número señalado. Se canalizó para realizar unos arreglos en el diseño del dispositivo y en el ensamble para así poderlo implementar como contador de un juego de baloncesto.

El dispositivo tenía un alcance limitado, sin embargo, una vez que se consideró la aplicación en el sector deportivo, se realizó una búsqueda en la implementación que fortaleciera algún sector de la sociedad. A través de la gestión con el director de la Escuela Primaria Rosario Castellanos, localizada en calle Italia, col. Providencia, en la ciudad de San Luis Potosí, y la imperativa evaluación de la participación de los estudiantes en equipos deportivos, tanto por la asignatura de Educación Física, como por el impacto en el bienestar que ofrece a éstos, se estableció un programa de trabajo conjunto.

Se programaron visitas en diversos grupos al estar practicando la asignatura de Educación Física, y de éstas, se concluye que, a través de un estudio de caso, se evaluará cómo un elemento tecnológico puede influir en la motivación de los infantes hacia el deporte. En adelante, la escuela se denominará *unidad de análisis*.

Contextualización

La unidad de análisis tiene 394 alumnos, de los cuales 184 son mujeres y 210 son varones. Cuenta con 14 docentes. Tiene un cuadro de materias para los grupos de 5° y 6° grados conformado por las materias Español, Desafíos Matemáticos, Ciencias Naturales, Historia, Geografía, Formación Cívica y Ética, Inglés, Educación Artística y Educación Física. En el área deportiva cuenta con el profesor titular de la asignatura, quien además de impartirla a todos los grupos, se encarga de mediar los encuentros deportivos que se derivan de torneos amistosos u oficiales, tal es el caso de la participación en la Liga Oficial Nacional, en donde participan cinco escuelas que se encuentran dentro de la zona.

La participación de la unidad de análisis en este evento deportivo lo hace con un total de cinco grupos (5° y 6° grados), que equivale a 40 alumnos. Cada equipo juega con cinco titulares y quedan tres jugadores de reserva para cada encuentro. Los maestros de educación física de las escuelas participantes en la liga fungen como los árbitros en los encuentros deportivos. Como hallazgo, se observa que lo hacen de forma libre, sin ningún apoyo visual como un tablero, apuntan en hojas los indicadores que se evalúan en cada encuentro. Y la forma de comunicar el puntaje por escrito es oral cuando algún integrante de los equipos o el público así lo solicita.

La falta de recursos para realizar los torneos permite que una aplicación tecnológica de innovación sea un área de oportunidad. Utilizar un contador puede definir un partido como atractivo, parcial y competitivo, con ventajas para cada equipo al aumentar el nivel, puesto que los jugadores están motivados al ver física y dinámicamente sus puntuaciones, el tiempo recorrido, las faltas cometidas y otros indicadores. Dadas las características del dispositivo, el deporte que tiene proyección es el baloncesto, de acuerdo con sus características y particulares reglas en el desarrollo.

Problemas particulares en la unidad de análisis

Se realizó un recorrido por las instalaciones de la unidad de análisis durante el turno matutino para identificar el estado en el que se encuentran las canchas donde los estudiantes cursan la materia de educación física y se preparan para la participación en diferentes encuentros deportivos con otras instituciones. Se destacan las siguientes observaciones:

1. Delimitación del área de las canchas. Dentro de las instalaciones de la escuela se cuenta con dos canchas: una donde se practica fútbol y la otra para basquetbol. No existe algo que impida que el balón pase de una cancha a otra y pueda interrumpir el juego que se este realizando. Las canchas comparten además el mismo horario.
2. Basura dentro de las canchas. Esto puede ser riesgoso para las personas que se encuentren realizando deporte, pues puede provocar un accidente. La limpieza es importante porque, al encontrarse en un partido, esto podría afectar el desempeño de los jugadores.

Además, se participó en la preparación de los equipos para las justas en la Liga Oficial Nacional en la cual están inscritos. Los problemas particulares para estos encuentros deportivos son:

- Registran en formatos libres, a mano los indicadores del encuentro: puntuación, faltas, tiempos.
- El docente de educación física es el árbitro.
- La forma de comunicar la puntuación o algún indicador es verbal: no hay un tablero donde deportistas y público puedan ver la puntuación.

Innovación tecnológica como estrategia en encuentros deportivos

A lo largo de la historia, la tecnología ha jugado un papel primordial en el desarrollo de la vida, así como en la invención de procedimientos y mecanismos para la solución de problemas. La ingeniería se ocupa de los dispositivos tanto mecánicos como electrónicos y pueden parecer simples al funcionar, pero en su desempeño proviene de una disciplina tan diversa para los sectores industriales en aspectos de productividad y económicos, como impactantes para la sociedad y otros sectores, como el educativo (Ordóñez, 2007).

Los conocimientos científicos aplicados por medio del ejercicio de la ingeniería, con inferencia industrial, económica y social, son del tipo técnico, científico, práctico y empírico para encontrar soluciones (Ramírez, 2004). En este sentido, la solución que se brinda para favorecer esta área de oportunidad documentada, se concentra en una aplicación específica en los tableros de baloncesto.

Los tableros han avanzado igual que la tecnología. Mostrar la puntuación ha quedado en el pasado, puesto que existen aquellos que son capaces de indicar datos importantes para el espectador, al igual que para el jugador, como es la capacidad de contar hasta 199 anotaciones; medir intervalos de tiempo, bonos e indicadores de tendencia; contar el número de faltas; el periodo en el que se encuentran jugando; las reglas de tiempo específicas; la implementación de bocina indicadora, que además ofrece poderlo utilizar de dos diferentes modos: práctica y temporizador de circuito, entre muchos otros.

De esta manera, en un encuentro de infantes, que carece de toda tecnología, el visualizar un indicador en un pequeño tablero propone como supuesto que la motivación de los pequeños deportistas irá en aumento al practicar el deporte y, además, animaría a otros a integrarse a los equipos existentes como hábito.

Dispositivo mecatrónico para realizar funciones de tableros digitales en encuentros deportivos de la unidad de análisis.

En torno al baloncesto

Dentro del mundo deportivo, los juegos de balón han sido preferidos por las personas amantes de los deportes en equipo. Existen diversos deportes, entre los que a través del tiempo destacan: fútbol, fútbol americano, tenis, voleibol y baloncesto (Fernández y Perfil, s. f.)

El baloncesto es aquel juego en donde cada equipo lo componen 12 jugadores, de los cuales cinco están en la cancha. Existe puntuación para cada canasta: un punto (tiro libre), dos puntos (dentro de la línea de 6.75 m) y tres puntos (fuera de la línea de 6.75 m). Para conocer cuál es el equipo ganador al terminar los cuatro tiempos de 10 minutos y las prórrogas de cinco en caso de que se llegue a un empate, se determina como ganador al equipo que consiga más puntos producto de encestar (Conade, 2008).

Como todo deporte, el baloncesto está regulado por un reglamento. Existe en él una regla que se denomina *regla de los 24 segundos*. Se propone que ésta se cumpla en un contexto educativo dentro de las instituciones de nivel básico, para los estudiantes y maestros de educación física encargados de hacer la función de árbitro durante el partido que se esté llevando a cabo en hora clase.

Esta regla consiste en que, cuando un jugador consigue un nuevo control del balón para su equipo, el contador empezará a funcionar: el equipo dispone de 24 segundos para lanzar a la canasta. Para que se considere que ha lanzado a canasta antes de esos 24 segundos, deben cumplirse dos condiciones obligatorias:

- Que el balón salga de las manos del jugador que tira a canasta antes de que suene la señal de 24 segundos.
- Una vez que ha salido el balón de sus manos antes de que suene la señal, el balón debe entrar en la canasta o, por lo menos, tocar el aro de enceste sujeto al tablero.

Si se incumple la primera condición, es decir, que suene la señal de 24 segundos mientras ese equipo aún tiene el control del balón (lo tiene un jugador en sus manos, lo está botando, el balón está siendo pasado entre compañeros de ese equipo o corre suelto sin que el otro equipo lo haya

controlado), se encenderá un LED de color rojo y los árbitros harán sonar su silbato para señalar la violación que se ha cometido al reglamento.

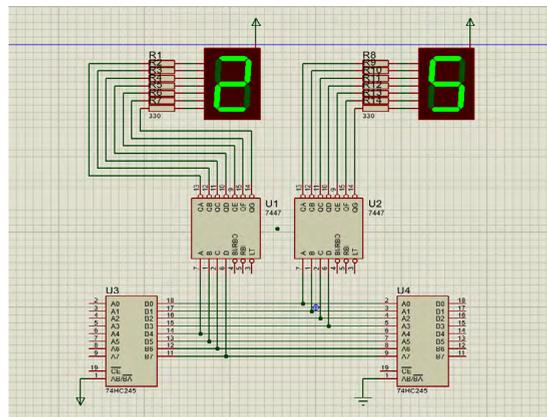
Diseño del dispositivo

La implementación de un diseño móvil de un contador que presente una estructura electrónica en la unidad de análisis, el cual permita en un partido de baloncesto que el maestro de educación física tenga evidencia para la correcta marcación de la regla de los 24 segundos, tiene la finalidad de volver más atractivo el jugar basquetbol y así atraer a los alumnos a practicar este deporte en hora clase o, incentivarlos a entrar al club de basquetbol que se imparte dentro de la institución educativa. Además busca brindar difusión a los torneos que se realicen y que la unidad de análisis participe.

El diseño del dispositivo electrónico se divide en dos fases: diseño y construcción. Para la fase de diseño se utilizó el programa Proteus 8 Professional, ya que cuenta con una amplia gama de herramientas electrónicas que fueron utilizadas para la elaboración del diseño y su simulación. Dicha simulación es importante, ya que antes de ensamblar el dispositivo se verifica que funcione correctamente en el programa, lo cual asegura que la lógica del diseño es correcta y no requiere modificar o agregar algún circuito integrado.

En este circuito se trabaja con dos display siete segmentos de ánodo común que permiten visualizar el comportamiento del circuito conectado a un circuito integrado TTL 7447, que es un decodificador y contador de BCD a siete segmentos con salidas de colección abierta, diseñado para la conducción de LED ánodo común. Se tiene un circuito integrado TTL 74LS245, receptor asíncrono de ocho líneas de dos vías de comunicación entre los buses de datos. La finalidad que tiene este circuito integrado es que se puede controlar la transmisión de datos desde el bus A al bus B (figura 1).

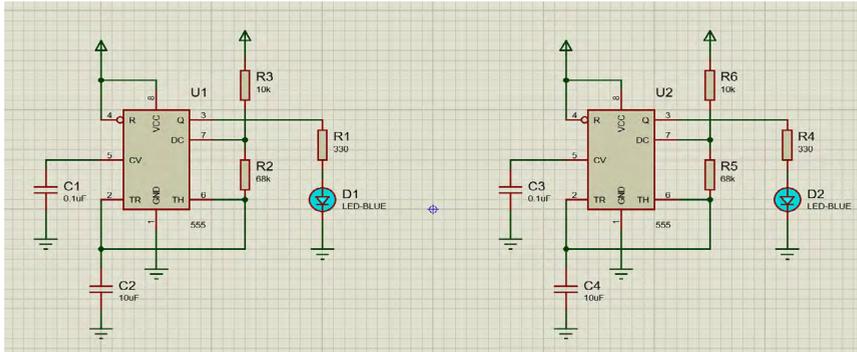
Figura 1. Circuito parte superior



Fuente: Elaboración propia.

El circuito integrado LM555, mostrado en la figura 2, es el encargado de entregar pulsos necesarios para que el circuito realice la cuenta. Cada LM555 se encontrará a una frecuencia de 1hz, que es lo mismo que un un segundo sin este circuito integrado no podría avanzar el marcador.

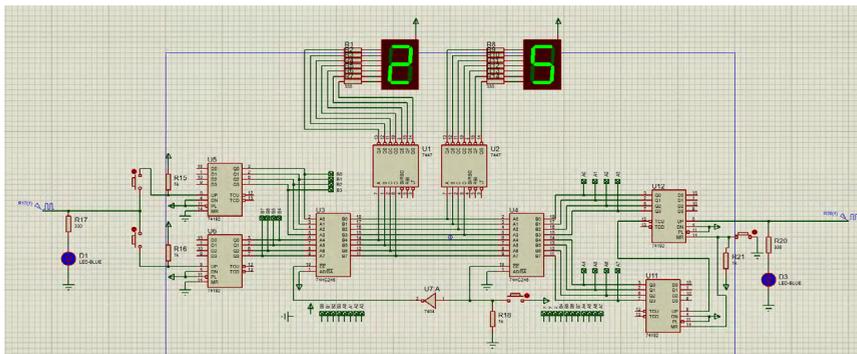
Figura 2. Circuito LM555



Fuente: Elaboración propia.

El circuito integrado TTL 74LS192 (figura 3) contempla un contador BCD que se utiliza para el diseño del circuito, ya que fue creado para conectarse en cascada sin la necesidad de circuitos externos y puede alimentar el préstamo.

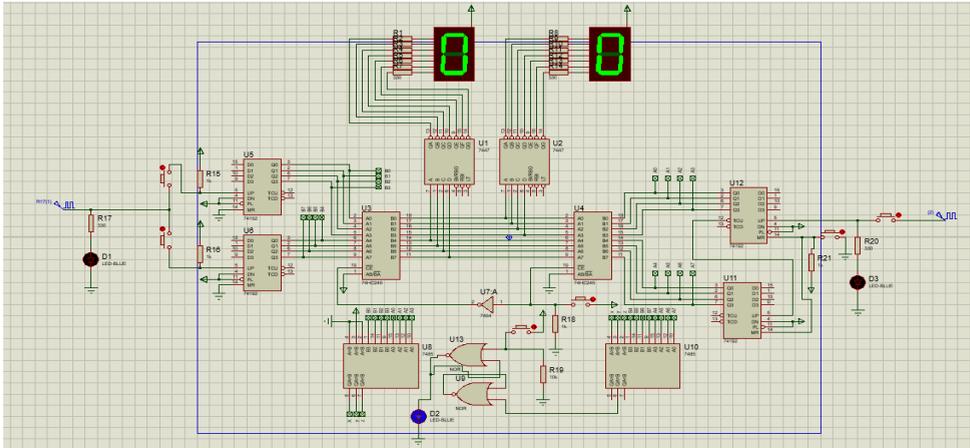
Figura 3. Circuito parte central



Fuente: Elaboración propia.

Por último, se cuenta con un circuito integrado TTL 74LS85 (figura 4) que es un comparador de magnitudes de 4 bits, el cual tiene como resultado la comparación de tres posibles resultados $A > B$, $A < B$ y $A = B$.

Figura 4. Circuito completo

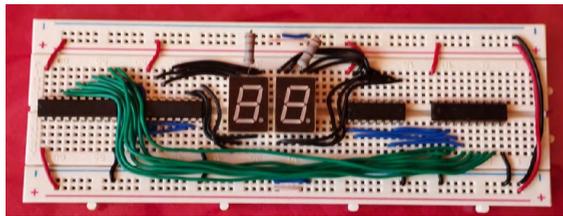


Fuente: Elaboración propia.

Construcción del dispositivo

Con base en el diseño, la construcción del dispositivo es realizada. Se colocan los componentes electrónicos en un *protoboard*: cables de alimentación (pin positivo) y cable de tierra (pin negativo) de cada circuito integrado, los display siete segmentos ánodo común con su resistencia y circuitos integrados 7447 y 74245 (figura 5).

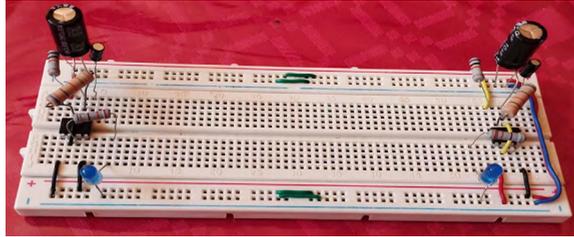
Figura 5. Construcción parte superior



Fuente: Elaboración propia.

La implementación de los circuitos integrados LM555 es fundamental para que el dispositivo funcione correctamente, por lo que se utilizará otro *protoboard*, donde se colocan dos circuitos integrados LM555. Estos fueron configurados a una frecuencia de 1hz, que es equivalente a un un segundo para que el contador avance (figura 6).

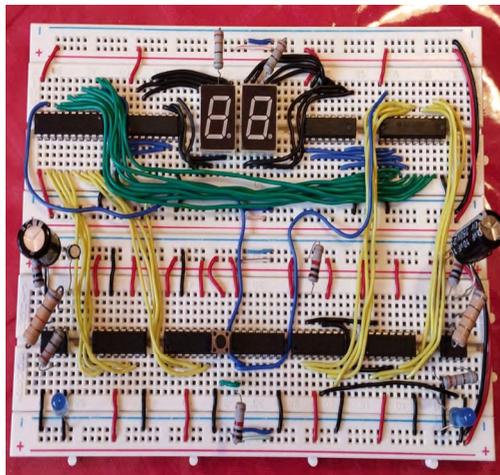
Figura 6. Construcción circuito LM555



Fuente: Elaboración propia.

Se colocan cuatro circuitos integrados 74192 en los costados del *protoboard* que son conectados en cascada con el circuito 74245. En la parte central se coloca un circuito integrado 7404, que tiene la función de invertir la señal lógica del circuito (figura 7).

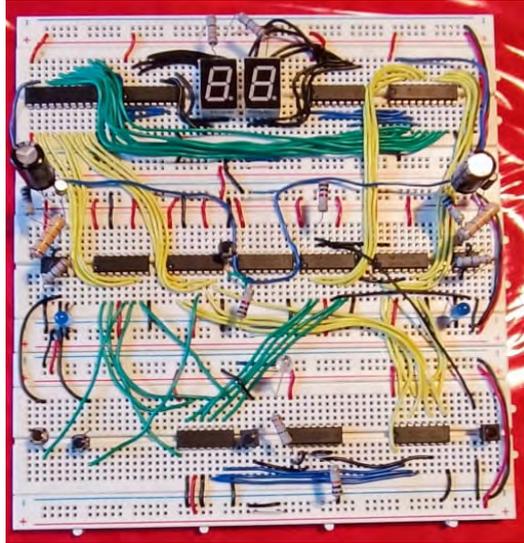
Figura 7. Construcción circuito parte central



Fuente: Elaboración propia.

Por último, se colocan los circuitos integrados TTL 74LS85 en otra *protoboard*. Éstos son encargados de la comparación de magnitudes de cuatro bits que tiene como resultado la comparación de los tres posibles resultados: $A > B$, $A < B$ y $A = B$ (figura 8).

Figura 8. Circuito completo



Fuente: Elaboración propia.

Implementación en encuentro deportivo

El tablero es útil para cualquier institución que promueva eventos deportivos, ya que este sistema es utilizado por coliseos y polideportivos departamentales. Dentro del evento deportivo este sistema le interesa tanto a los espectadores y jugadores como al operario mismo (Bohoequez y Henao, 2008).

Para implementar el dispositivo, el cual se presenta como novedad y como primer soporte para implementar una regla del baloncesto, que con frecuencia en estas categorías no es vigilada, se organizó un encuentro entre los equipos de la escuela, en donde el profesor de educación física, una vez más, funge como árbitro. Ahora tiene la posibilidad de incluir la regla de los 24 segundos al contar con este dispositivo.

Se considera una plática antes del encuentro, donde se explica el funcionamiento del dispositivo. Dicha ponencia, además, fue canalizada como tipo motivacional-informativa, donde se les expuso a los infantes cómo se constuyó y se les instruyó para su uso. Además, se explicó la regla de los 24 segundos, por lo que este encuentro se consideró integral.

El profesor-árbitro también es instruido en cuanto al funcionamiento: se le indica cuál es el botón que debe presionar para que la cuenta comience desde cero una vez que el equipo contrario toma o ha robado el balón.

Por último, se le menciona qué ocurre cuando se comete la violación de la regla de los 24 segundos: un LED que cambia de colores indicará que se debe entregar el balón al equipo contrario para reanudar el juego desde el lado de la cancha donde los infantes comenzaron el encuentro. Con la ayuda de la regla de los 24 segundos se agiliza el partido, ya que se reduce el tiempo al registrar en una hoja de papel de manera manual. Las imágenes 1a, 1b y 2, representan la plática con los grupos de 5° y 6° grados y las pruebas realizadas con el dispositivo.

Imagen 1a, b. *Demostración del dispositivo*



Fuente: Elaboración propia.

Imagen 2. *Prueba en un encuentro deportivo*



Fuente: Elaboración propia.

Reflexión

Una vez realizada la implementación del contador de la regla de los 24 segundos en la unidad de análisis con los grupos seleccionados, se observa que el impacto que tuvo en los niños fue significativo. Desde el momento en que se les mencionó y lo vieron, la percepción es que fue atractivo.

A manera de sondeo, se cuestionó si les gustaría tener un dispositivo igual en la escuela, poder utilizarlo en la práctica de la educación física o en el receso. Todos respondieron que sería más divertido el juego. Se les comentó además que los jugadores profesionales siempre están pendientes del contador, lo que despertó el interés y curiosidad, además, por el área de la electrónica.

La reflexión explícita es la aplicación de la innovación tecnológica y el impacto que tiene en unidades de análisis seleccionadas: cómo un dispositivo electrónico que promueve algunas reglas que normalmente pasan desapercibidas en encuentros deportivos de educación primaria en México, pueden ser factor de motivación en dos sentidos importantes: interés por practicar un deporte con todas las ventajas que ello ofrece; y despertar el ánimo por continuar estudios profesionales en el campo de la ingeniería.

Recomendaciones

Una vez que se llevó a cabo este encuentro deportivo, se generaron una serie de observaciones que a continuación se exponen a manera de recomendaciones para que el dispositivo sea efectivo en el uso e impacto entre los alumnos de la unidad de análisis:

- Fomentar el basquetbol dentro de la institución para que más alumnos lo practiquen.
- Aumentar el número de alumnos inscritos al equipo de basquetbol dentro de la institución.
- Garantizar en todo momento que el maestro se encuentra marcando correctamente la regla de los 24 segundos.
- Eliminar el margen de error en la marcación del tiempo cuando se lleva a cabo un encuentro deportivo.
- Que los participantes queden satisfechos de que se llevó una correcta marcación en el encuentro y no hubo ventaja para el equipo contrario.

Conclusión

El baloncesto en San Luis Potosí tiene una gran influencia debido a la participación de la academia Conade, encargada del programa de desarrollo de talento deportivo. Éste es un proyecto que fomenta el deporte desde sus cimientos, y que brinda a los deportistas una formación física y académica de alto nivel. Este dispositivo es una innovación que pretende brindar soporte a las ligas amateur e infantiles de San Luis Potosí, ya que avala las decisiones de los árbitros basados en el reglamento del baloncesto.

Este dispositivo sólo ejemplifica la regla de 24 segundos, sin embargo, están redactadas en el reglamento otras similares, como la de tres segundos la cual consiste en que un jugador no puede permanecer más de tres segundos consecutivos en la zona restringida de los adversarios mientras su equipo

tenga el control de un balón vivo en su pista delantera y el reloj de partido esté en marcha. También la regla de ocho segundos, que regula el tiempo máximo que se tiene para pasar del campo propio al del contrario. Ante esto existe la posibilidad de que este dispositivo crezca en posibilidades de diseño y de programación para estas reglas de tres, ocho segundos y otras más.

La educación de calidad es la base para mejorar cómo se desenvuelven los individuos en su entorno social. El avance que se ha logrado en cuanto al acceso a la educación en todos los niveles desde el año 2000, cuando se empezó a registrar la tasa de inscripción en las escuelas, alcanzó el 91% en las regiones en desarrollo en 2015, mientras la cantidad de niños que no asisten a la escuela disminuyó casi al 50% del nivel mundial. La educación es la clave para la prosperidad y para abrir el mundo a nuevas oportunidades. El deporte ofrece una oportunidad para la adquisición de habilidades en la vida de las personas, para fortalecer los lazos sociales y promover el desarrollo sostenible, así como para la solidaridad y el respeto a todas las personas.

La electrónica para niños aporta valores fundamentales que serán claves en su futuro, pues ayudará a definir mejor la propia personalidad y a descubrir direcciones profesionales que tal vez no contemplaban aún (Flexbot, 2020). La actividad física y el deporte en edad escolar destaca por los beneficios que se obtienen: pueden prevenir problemas causadas por una vida sedentaria. Además, la mayoría de los deportes suelen ser en grupo, en equipos o se realizan con niños de distintos entornos, es por esto que los niños aprenderán desde pequeños a socializar, abrirán sus círculos de confianza con otros compañeros y aprenderán a perder y ganar juntos, teniendo un mismo sentimiento de equipo y de pertenencia a algo común (LBDC, 2020).

Referencias

- Bagnara, I. (2011). *El desarrollo tecnologico en las actividades físicas y el deporte*. <http://www.efdeportes.com/>.
- Bohoequez, D., y Henao, J. (2008). *Tablero electronico deportivo multifuncional*. Univ. de San Buenaventura. <http://biblioteca.usbbog.edu.co:8080/Biblioteca/BDigital/42134.pdf>.
- Bravo, M. (2002). *Educación física, deporte y nuevas tecnologías*. Instituto Andaluz Del Deporte. <https://core.ac.uk/download/pdf/51395349.pdf>.
- Castañón, H. (2019). *Actividad física y su relación con el rendimiento académico*. RIDE. <https://www.scielo.org.mx/pdf/ride/v12n23/2007-7467-ride-12-23-e025.pdf>.
- Conade, (2008). *Baloncesto, el deporte ráfaga*. <https://conadeb.conade.gob.mx/Documentos/Publicaciones/Baloncesto.pdf>.

González, J. (2017). *Marcador de baloncesto*. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. <https://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/2748>.

Euroinnova Formación (2023). Innovación tecnológica educativa. *Euroinnova Business School*. <https://www.euroinnova.mx/blog/innovacion-tecnologica-educativa>.

Fernández, A., y Perfil, V. (s. f.). *Deporte de pelota o balón*. EL DEPORTE. Recuperado el 23 de noviembre de 2021 de <http://deporteprofesional.blogspot.com/p/deporte-de-pelota-o-balon.html>.

Federación de Enseñanza (2010). *La educación ante la innovación tecnológica*. Temas para la educación. <https://www.feandalucia.ccoo.es/docu/p5sd6738.pdf>.

Flexbot (2020). *Electrónica en clase*. <https://www.flexbot.es/aprender-electronica/>.

Gobierno de México (2015). *Educación Preescolar*. Gobierno de México: <https://www.gob.mx/sep/acciones-y-programas/educacion-preescolar>.

Gobierno de México (2015). *Primaria. Educación Básica*. Gobierno de México: <https://www.gob.mx/sep/acciones-y-programas/primaria-educacion-basica>.

LBDC (2020). *Beneficios del deporte a temprana edad*. LBDC. <https://www.sport.es/labolsadelcorredor/descubre-todos-los-beneficios-del-deporte-a-temprana-edad/>.

Martínez, M. (2023). *El ITESO ofrece un nuevo posgrado para formar a través del deporte*. ANUIES: http://www.anui.es/noticias_ies/el-iteso-ofrece-un-nuevo-posgrado-para-formar-a-travs-del-deporte.

ONU (2016). *Agenda 2030 y los objetivos de desarrollo sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe*. Chile: Naciones Unidas.

Ordóñez, L. (2007). *El desarrollo tecnologico en la historia*. Scielo: <http://www.scielo.org.pe/pdf/arete/v19n2/a01v19n2.pdf>.

Ramírez, W., Vinaccia, S., y Suárez, G. R. (2004). *El impacto de la actividad física y el deporte*. *Revista de Estudios Sociales*, 10, 67-75. <http://www.scielo.org.co/pdf/res/n18/n18a08.pdf>.

Agradecimiento

Agradezco a mi casa de estudios, el Instituto Tecnológico de San Luis Potosí por la práctica y aplicación de conocimientos adquiridos; a mi asesora, la Dra. Rosa Elia Martínez Torres, por brindarme la oportunidad de participar en la publicación de esta obra, además de apoyarme y motivarme durante la elaboración y guía de este caso de estudio; a mis padres, que además de su apoyo incondicional, contribuyeron en la vinculación con la escuela primaria en donde se realiza el estudio. En especial menciono al director, al docente de educación física y a los estudiantes que participaron en las diversas visitas, en la plática y en la contienda deportiva programada para lograr documentar los hallazgos.

Aerogenerador sustentable para zona rural

Uriel Rodríguez Palacios*

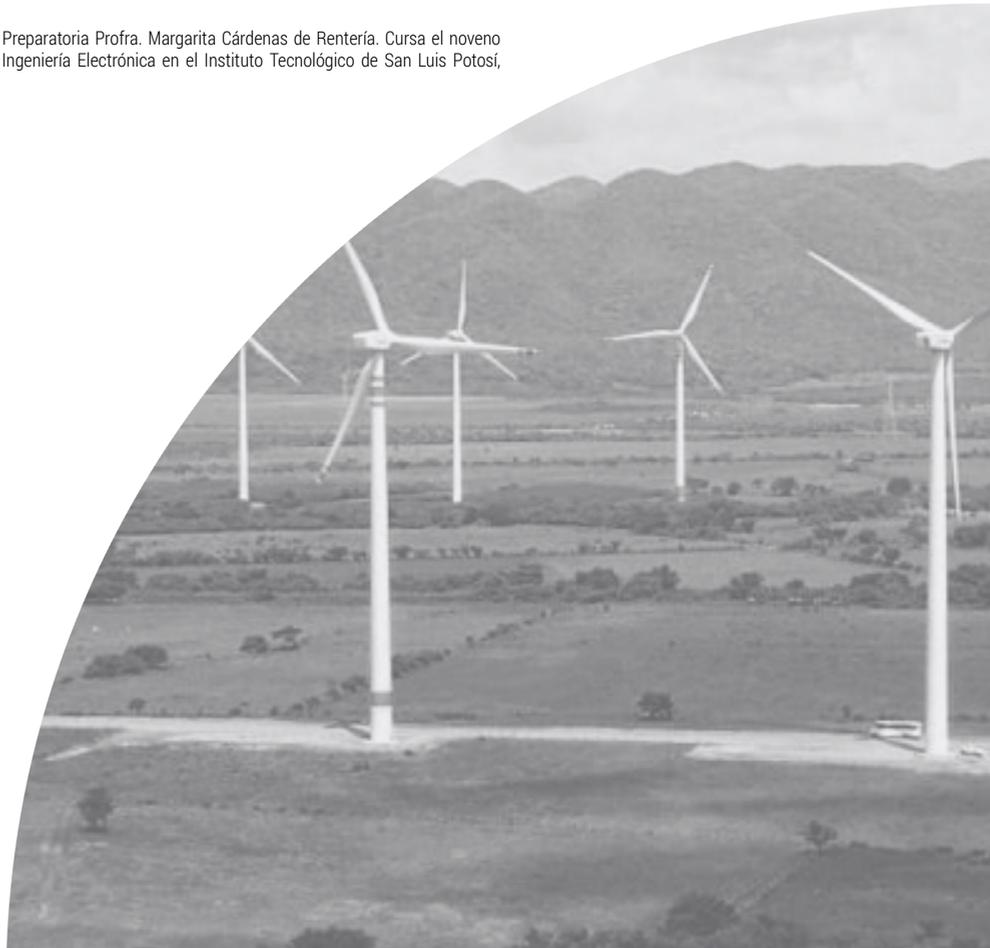
Fabián Jared Andrade Domínguez**

Juan Pablo Narváez Alonso***

*Técnico en mantenimiento industrial, egresado de la escuela preparatoria Cecyte III. Cursa el noveno semestre de la carrera de Ingeniería Electrónica en el Instituto Tecnológico de San Luis Potosí, México.

**Bachiller en la Escuela Preparatoria Lic. Jesús Silva Herzog. Cursa el noveno semestre de la carrera Ingeniería Electrónica en el Instituto Tecnológico de San Luis Potosí, México.

***Egresado de la Escuela Preparatoria Profra. Margarita Cárdenas de Rentería. Cursa el noveno semestre en la carrera de Ingeniería Electrónica en el Instituto Tecnológico de San Luis Potosí, México.



Resumen

Uno de los problemas a los cuales se enfrenta México en la actualidad es la falta de energía eléctrica en las comunidades aledañas a las ciudades, debido en algunas ocasiones al difícil acceso a ellas. La energía renovable tiene como objetivo poder crear energía con fuentes energéticas que, aunque se explotan, no disminuyen su recurso en lo que respecta a la escala de tiempo humana (Salazar *et al.*, 2015). El desarrollo de nuevas estructuras para el procesamiento de energía mejora la calidad de energía generada, y su confiabilidad facilita su transporte y asegura el cumplimiento de los códigos de red por medio de la electrónica (Jaramillo y Borjas 2010). Con base en estos preceptos, y partiendo de la presentación de un proyecto académico de investigación aplicada en formato de prototipo de un molino de viento construido con recursos materiales reciclados, se presenta un caso de estudio en donde se evalúa la pertinencia del dispositivo electrónico en un medio rural. El presente documento integra la innovación tecnológica de un modelo de aerogenerador mediante materiales reciclables y el impacto que éste tiene en los habitantes del área donde se ha realizado el estudio para instalarlo. A través de un manejo de información explicativo-descriptivo, se explican las etapas del proceso constructivo y las pruebas realizadas. Finalmente, se describen los resultados experimentales y se proponen mejoras a incluir en el proceso para la implementación en campo.

Introducción

La integración de las energías renovables dentro de un sistema de distribución de energía necesita de conocimientos de fiabilidad y eficiencia, lo cual implica un nivel de diseño e ingeniería elevado. La ingeniería en electrónica y eléctrica es importante debido a que la energía obtenida a través de un proceso fotoeléctrico no puede ser empleada directamente hacia aparatos. Son necesarios los inversores de voltaje que convierten la energía proveniente de los generadores eléctricos. Estos aparatos están compuestos de transistores,

Abstract

One of the problems that Mexico faces today is the lack of electricity in the communities surrounding the cities, sometimes due to difficult access to them. Renewable energy aims to be able to create energy with energy sources that, although exploited, do not decrease their resource in terms of the human time scale, the development of new structures for energy processing improves the quality of generated energy and its reliability, facilitates its transportation, and ensures compliance with network codes, through electronics. Based on these precepts and, starting from the presentation of an academic applied research project in the format of a prototype of a windmill built with recycled material resources, a Case Study is presented where the relevance of the electronic device in a rural environment is evaluated. This document integrates the technological innovation of a wind turbine model using recyclable materials and the impact it has on the inhabitants of the area where it has been installed. Through explanatory-descriptive information management, the stages of the construction process and the tests carried out are explained and finally, the experimental results are described, and improvements are proposed to be included in the process for field implementation.

capacitores, inductores y diversos componentes electrónicos que en conjunto transforman el voltaje para que tenga las mismas características (120 V/60 Hz) que la toma eléctrica. Otros componentes electrónicos usuales son los dispositivos de censado que son incorporados para fortalecer la seguridad y prevenir posibles daños en las instalaciones (Aragón *et al.*, 2014).

Así como los inventos han evolucionado en el tiempo hacia la innovación, lo ha hecho el contar con energía eléctrica. En este campo, se vuelve obsoleto el uso de los hidrocarburos y se enfoca más en las energías renovables, pues se aprovechan los recursos naturales y también fuentes como la energía solar o la energía eólica, las cuales reciben el nombre de energías limpias, ya que se obtienen de la naturaleza y su explotación no daña el medioambiente. Un beneficio de estos recursos es que puede llevar energía a comunidades donde no se tiene acceso por los medios tradicionales (Rodríguez, 2020).

En México, existen numerosas comunidades en este esquema, las cuales ascienden en número a 70 pueblos indígenas. La mayor presencia se ubica en el centro y sur. Además, una serie de violaciones son observadas respecto al derecho de energía, un caso documentado es el del estado de Oaxaca, que proporciona la mayor parte de energía eólica en el país, con 55.8%, y cuenta además con el 36% de la población catalogada como indígena. Pese a estos datos, sufren de escasez de energía, derivado, entre otros factores, de la intervención de empresas extranjeras (Rodríguez, 2020).

Ante la mala dirección y estas observaciones negativas en las comunidades vulnerables, el denominado fenómeno de obtención de energía limpia muestra una faceta de debilidad frente al posicionamiento de la evaluación de impacto social, que procura la protección de grupos vulnerables ante efectos perversos de un proyecto energético. La falta de claridad en cuanto a las energías limpias y su impacto en las comunidades vulnerables es un tema inconcluso dentro de la legislación mexicana. Se derivan de esto, problemas por falta de información, en donde la sociedad y su disposición carecen de objetividad (Rodríguez, 2020).

Estos conflictos son provocados por la falta de regulación en materia energética y los derechos humanos a nivel mundial. Es importante analizar cada caso para así beneficiar y proteger los derechos humanos de estas comunidades (Rodríguez, 2020).

Relativamente las energías renovables y no contaminantes se tienen que emplear para beneficio de las comunidades que carecen de estas energías, ya que tienen una mayor calidad de vida. Estudios afirman que más del 25% de las comunidades rurales carece de electricidad. La innovación de energías renovables podría dar suficiente abasto para estas comunidades, ya sea empleando la energía eólica como proyecto renovable y utilizando una menor cantidad de materiales dañinos para aprovechar el reciclaje (Rodríguez, 2020).

Consideraciones teóricas

La sustentabilidad se puede considerar como un proceso que tiene por objetivo encontrar el equilibrio entre el medioambiente y el uso de los recursos naturales. La humanidad en su paso por el planeta ha degradado los recursos naturales de tal forma que actualmente es necesario procurar y planear conscientemente el consumo de éstos para garantizar su existencia a las generaciones futuras. Por esto, la Asamblea General de la ONU adoptó la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, un plan de acción a favor de las personas, el planeta y la prosperidad (Naciones Unidas, 2016).

La Agenda 2030 establece los principios y fundamentos de seguimiento con metas establecidas e indicadores que permiten evaluar este proceso de acción local para la cooperación global: es la herramienta que permite medir, mejorar y actuar por la defensa de los derechos humanos en vías del desarrollo sostenible. Integrada por 17 objetivos, que se basan en 169 metas y cinco esferas de acción: personas, planeta, prosperidad, paz y alianzas, con el propósito de fortalecer la paz universal dentro de un concepto más amplio de la libertad: evitar la pobreza en todas sus formas y dimensiones; asegurar el progreso social y económico sostenible en todo el mundo, lo cual es indispensable para el desarrollo sostenible; además de garantizar los derechos humanos de todas las personas (Naciones Unidas, 2016).

El viento, la radiación solar, el calor interno de la tierra pueden aprovecharse y no parece que disminuya su intensidad ni la cantidad de energía que se puede producir. Entre los diferentes tipos de energías renovables, las más consideradas son la energía hidráulica, la energía eólica y la energía solar, porque no se extinguen con su uso y no dañan al medioambiente (Salazar et al., 2015).

En el mundo se buscan fuentes de electricidad económicamente alcanzables y fiables. Cada día se realizan avances en la tecnología de los aerogeneradores, al conocer que pueden producir los megavatios suficientes para generar energía eléctrica para diferentes usos. El viento es un proceso muy complejo que, sin embargo, puede ser descrito en términos muy sencillos. El sol calienta la superficie de la tierra en diferente medida, dependiendo que, si la superficie está cubierta de nubes, si está directamente expuesta a la luz solar o si se trata de la superficie del océano. El aire que está encima de las zonas más cálidas se calienta, se vuelve menos denso y asciende. El aire que sube crea una zona de baja presión que hace que el aire frío adyacente a alta presión se mueva a las zonas de baja presión. Este movimiento de aire es lo que llamamos viento (Criado, 2017).

La transformación de la energía cinética del viento se realiza a través de aerogeneradores, en los cuales la energía eólica mueve una hélice y, mediante un sistema mecánico, se hace girar el rotor de un generador, normalmente un alternador, que produce energía eléctrica. La cantidad de energía transferida

al rotor por el viento depende de la densidad del aire, del área de barrido del rotor y de la velocidad del viento (Criado, 2017).

Aunque el principio de operación de un aerogenerador es simple, su diseño es complejo, pues al integrar áreas de la ingeniería aerodinámica, mecánica, electrónica de potencia y eléctrica permite que éstos presenten, como característica principal, la generación de energía eléctrica con frecuencia y voltaje constantes, aunque el viento presente condiciones variables. Estas condiciones son requerimientos importantes para que las plantas eólicas puedan interconectarse con redes eléctricas. La electrónica de potencia, bajo estos conceptos, está presente en toda la tecnología (Aragón *et al.*, 2014).

La electrónica se centra en el estudio de los circuitos y técnicas que permiten la manipulación de la energía eléctrica utilizando semiconductores, así como en la transmisión de energía de pocos miliwatts para alimentar pequeños dispositivos como marcapasos o implantes electrónicos. La electrónica básicamente está en los propios generadores eólicos, en las transformaciones energéticas necesarias para transportar la energía por el mar hacia tierra y en la inyección de esta energía a la red eléctrica, con los niveles y restricciones que cada uno de estos puntos imponga a la conversión energética para que esta pueda ser lo más eficiente, robusta y económica (Secades, 2010).

Metodología

A partir de un proyecto de investigación aplicada, elaborado en las asignaturas de investigación del programa de Ingeniería Electrónica del Instituto Tecnológico de San Luis Potosí, se considera el diseño de un prototipo de aerogenerador, el cual se caracteriza por presentar elementos sustentables en su construcción e implantación, puesto que se visualiza ponerlo al servicio de un poblado rural que presente carestía de energía eléctrica.

Con formato de un estudio de caso, se establecen elementos metodológicos que proveen información para sustentar el estudio y simultáneamente, construir un aerogenerador con base en material reciclado y, por ende económico, de fácil instalación, funciones delimitadas en espacio y uso, y mantenimientos sencillos, promoviéndolo por su diseño y aplicación como una innovación tecnológica.

El diseño y construcción se hacen considerando el ODS 7, energía asequible y no contaminante. Por su parte, la aplicación del proyecto en su método de estudio de caso, que conlleva en su desarrollo la explicación del funcionamiento y beneficios, contempla por su naturaleza los ODS 1, 11 y 13: fin de la pobreza, ciudades y comunidades sostenibles, y acción por el clima, respectivamente.

Caso de estudio. Impacto de la implementación de un aerogenerador de diseño y construcción con material reciclable para zona rural

Contexto de la zona rural seleccionada a manera de unidad de análisis

Uno de los problemas que enfrentamos hoy en día a nivel global es la falta de recursos en las zonas más alejadas a las grandes ciudades, sobre todo por la falta de energía eléctrica. Otro de los grandes problemas es la crisis económica afecta a todos los países del mundo y representa uno de los grandes motivos por el cual la energía eléctrica es escasa. Se puede observar un escenario de elevados precios del petróleo, donde aproximadamente el 90% de la energía que se consume proviene de los recursos fósiles, los cuales no son renovables y conlleva una escasez aún mayor a los años anteriores. Ante este panorama, algunos países han explorado alternativas para la búsqueda de fuentes alternativas de energía y México no es la excepción (Sánchez, 2015).

En México, el consumo final de energía depende principalmente de energías secundarias. Entre estas energías, la electricidad se destaca por ser uno de los energéticos que se consume en mayor proporción en el sector agrícola, industrial y residencial. Sin embargo, existen más de 500 mil viviendas sin electricidad, principalmente en comunidades indígenas y rurales, en las cuales el problema aumenta debido a la lejanía y el difícil acceso (Sánchez, 2015).

Una solución para esta situación es la energía limpia, para lo cual el Plan Nacional de Desarrollo —PND—, se basa en la ley de planeación y en la Visión México 2030 y establece los objetivos nacionales, las estrategias y las prioridades. Para ello, el plan se estructura en cinco ejes rectores, cada uno con sus objetivos y estrategias, asume como premisa básica la búsqueda del desarrollo humano sustentable. Los cinco ejes sobre los que se articula el PND comprenden los ámbitos económico, social, político y ambiental. En este estudio, el objetivo se centra en el estado de San Luis Potosí, donde hay lugares que no tienen energía eléctrica y esto conlleva problemas para las personas, tales como inseguridad debido a la falta de visibilidad por las noches y accesibilidad (Sánchez, 2015).

Una de las grandes ventajas que tiene San Luis Potosí es su ubicación, debido a la cual tiene gran potencial para desarrollar proyectos de energía eólica. Por otro lado, las regiones óptimas para llevarlo a cabo son las zonas del altiplano y centro del estado. Municipios con potencial para la generación de energías renovables son: Villa de Arriaga, Villa de Ramos, Charcas y Santo Domingo. En 2019, en el estado se produjeron 1270 megawatts al día de energía limpia.

Visita al poblado para documentar el caso de estudio

El proyecto se enfoca en apoyar a un grupo de personas de ciertos sectores con escasez de energía eléctrica, con la innovación de un aerogenerador que no proyecte impacto ambiental y sea de materiales reciclables. El objetivo es proveer de energía a estas comunidades que se ven afectadas y solucionar el problema, como lo sugiere la Agenda 2030: proveer de energía limpia a todos los sectores en escasez de este recurso.

Se realizaron una serie de visitas a las localidades dentro de los municipios reconocidos como productores de energía eólica. La lejanía para la futura implementación fue un indicador para seleccionar el poblado idóneo dentro del Valle de San Luis Potosí (Hernández, 2018). Aunado a esta decisión, se consideran los meses de invierno de 2023 para realizar esta implementación físicamente, debido a que los vientos en el valle se presentan con mayor intensidad en esa época, en la cual además existe un efecto de circulación atmosférica (Gómez, 2004).

Las Mangas, comunidad con reducido acceso a la electricidad, es el poblado seleccionado. Catalogado como zona rural por sus características, ubicado a 28 km de su cabecera municipal, Mexquitic de Carmona, que, a su vez, dista en 22 km de la ciudad capital. La visita a este poblado marcó como eje la comunicación con un propietario de vivienda, en la cual se cuenta con un granero-establo que requiere iluminación para cuidado nocturno de personas, por su ubicación al paso a la pequeña casa-habitación y cuidado de los animales que se tienen por ser parte importante del sustento de la familia. Se tomaron medidas físicas y notas específicas para reproducir el escenario en una maqueta y presentar el proyecto simulado.

Planteamiento para diseño y construcción del aerogenerador

El objetivo de este apartado se concentra en el aerogenerador, cuya implementación en zonas rurales con falta de electricidad, mediante generadores con materiales reciclables para su aplicación e instalación, es económica.

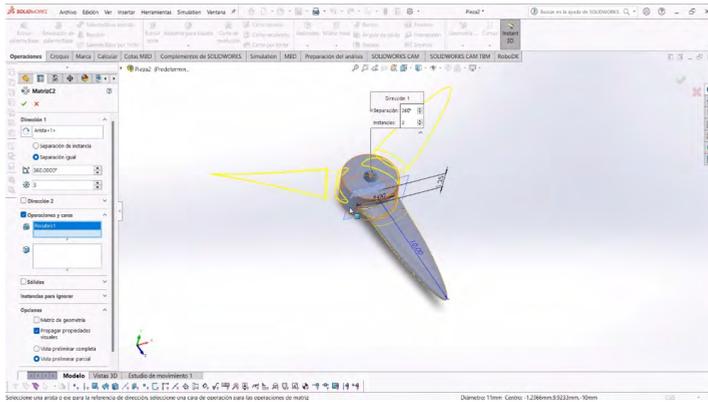
Dividido en etapas, el diseño y construcción del aerogenerador está basado en el uso de material reciclado y presentado en escala para llevarlo como propuesta a la casa ubicada en la zona rural seleccionada.

Etapas 1. Diseño

Se diseñó con soporte digital el concepto general del aerogenerador, que inició con los elementos base: molino, torre y hélices. Éste trabajo formó parte de la preparación para impresión en 3D, lo que involucró cálculos y el uso de otros *softwares* especializados para lograr la escala deseada (figura

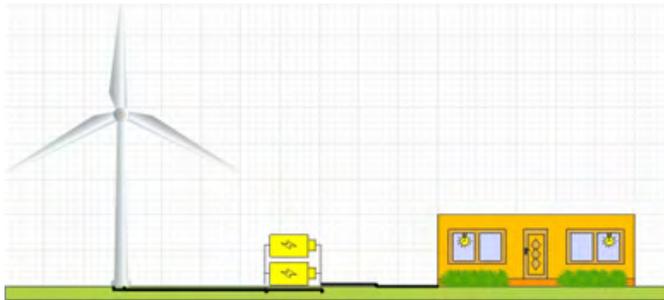
1). El diseño finalizó con la inclusión de planos y base general que presenta la casa, previamente visitada y llevada a escala en 2D (figura 2).

Figura 1. Diseño de hélice a escala con Solidworks



Fuente: Elaboración propia.

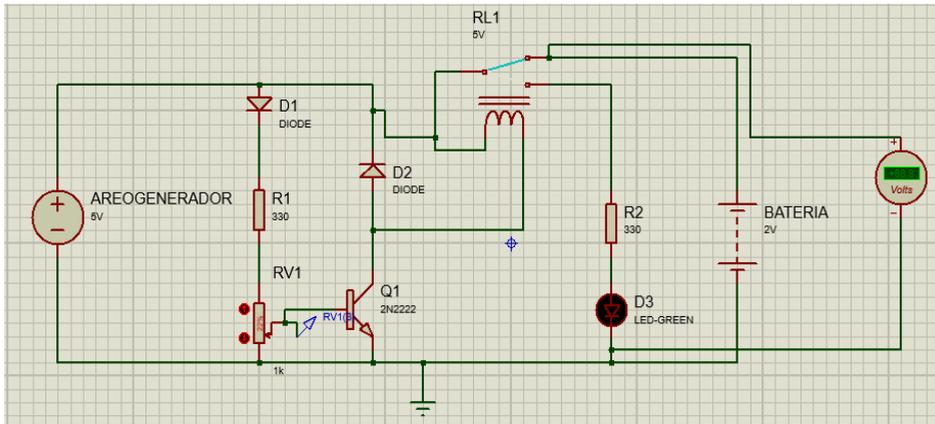
Figura 2: Diseño del plano general a escala 2D con EdrawMax



Fuente: Elaboración propia.

En cuanto al diseño del circuito acumulador de energía, la base es la emisión del voltaje generado. Con un dipswitch y diodos Zener es controlado y constantemente carga las baterías, las cuales tienen el papel de almacenador de energía. Esta actividad se simuló con el uso del *software* Proteus (figura 3).

Figura 3. Diseño del circuito acumulador con Proteus

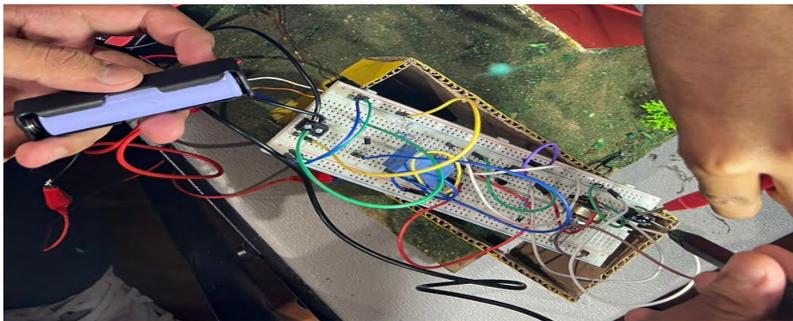


Fuente: Elaboración propia.

Etapa 2. Construcción

El circuito almacenador de energía se construyó sobre una placa que formaliza ciclos electrónicos sin necesidad de usar soldadura. Estos se denominan protoboards, los cuales, con ayuda de los datasheets (cálculos) de los componentes y tomados de la simulación anteriormente realizada, se formalizan como base de conexiones en la cual se arma el circuito (figura 4).

Figura 4: Circuito armado en protoboard



Fuente: Elaboración propia.

Para conectar el aerogenerador al circuito, primero se utilizó un tubo de PVC recuperado. Para simular el motor se recuperó también un motor de 12v, en donde la punta del rotor es la base de las hélices. Una vez completo el aerogenerador, se integró el circuito usando los dos cables del motor (+, -) a la entrada del circuito por medio de una terminal. Se incluyó un puente rectificador de diodos a la entrada, dada su función de transformar la corriente

alterna en directa. Se integró además un diodo rectificador a la salida para mantener el voltaje en una sola dirección.

El funcionamiento consiste en que el aerogenerador suministre el voltaje a la batería de litio y, cuando la batería se cargue, accione el relevador, lo que hace que se desconecte automáticamente para no sufrir daño, al tiempo que manda una señal de carga total.

Presentación de simulación a propietario

Con base en el diseño proyectado y realizado en EdrawMax, y considerando el lugar donde se desea instalar el aerogenerador sustentable en un granero-establo perteneciente a Las Mangas, Mexquitic de Carmona, San Luis Potosí, se realizaron diversas actividades de creación y ensamble, basados en materiales de reciclaje como tubos PVC, motor de 12V recuperado, diversos trozos de cartón y filamento PETG. Luego se realiza bricolaje y se coloca la parte del dispositivo electrónico diseñado y armado, así como la impresión en 3D de las hélices.

La reproducción del granero-establo contempla dos postes eléctricos con lámparas, donde se indica el uso que se le dará al voltaje derivado del aerogenerador. Se adapta a un costado la simulación de una planta de almacenamiento de energía eléctrica, la cual indica dónde estaría llegando la energía generada por el molino para almacenar el voltaje obtenido y poder alimentar a los postes eléctricos. Se colocó un LED de 3V en cada poste eléctrico y un súper LED de 3V dentro del granero-establo, para indicar y comprobar el funcionamiento que debe tener el sistema eléctrico.

Las figuras 5a y 5b, muestran el granero y los postes (que en la actualidad funcionan ocasionalmente, provocando que la calle y, por ende, la llegada al hogar del propietario, luzcan en la oscuridad y no pueda cerciorarse de la seguridad personal y de animales y pertenencias en el granero). También muestran la batería y el cableado, que simulan la acumulación de la energía generada en la “caja amarilla”. Esta es una propuesta. En la realidad no existe, así como el molino.

Figuras 5a, 5b. Maqueta de simulación



Fuente: Elaboración propia.

Una vez construida la maqueta que representa el granero-establo del propietario, se realiza el cableado de los componentes electrónicos. Primero se realizó el cableado entre el aerogenerador y el circuito. Después, se hicieron las conexiones en la salida del circuito hacia la pila para almacenar el voltaje generado y la conexión del apagador que permite manipular el encendido de las luces LED. Posteriormente, se cablearon los postes eléctricos con cable esmaltado y se conectaron en la salida de la caja de almacenamiento. Por último, se conectaron los LED de los postes y del granero con el cable esmaltado que se ubica en los postes para poder alimentarlos y así poder encender y apagarlos.

Se realizaron pruebas de calidad y resistencia en todo el sistema eléctrico para comprobar el funcionamiento correcto del aerogenerador y el circuito electrónico, después se utilizó un compresor con pistola de aire que hizo girar la hélice del motor y así generar energía eléctrica. Se hicieron mediciones del circuito y de la pila, para verificar la carga de voltaje generado por el sistema eléctrico (figuras 6a, 6b).

Figura 6a, 6b. Maqueta de simulación en funcionamiento



Fuente: Elaboración propia.

Consideraciones con base en la propuesta expuesta al propietario

Una vez que se tiene la simulación, se crea una presentación a manera de explicación para el propietario, y se contemplan posibles dudas que pueda tener con base en la instalación, funcionamiento y mantenimiento. La plática establecida para este fin genera algunas consideraciones. Una vez que éstas se documentan junto con las que se derivaron por los integrantes durante el planteamiento y desarrollo, se realiza, como trabajo de gabinete, una relación de cumplimiento de los ODS que este proyecto ha definido como fundamento. Esta relación de consideraciones se expresa en la siguiente tabla:

Tabla 1. Consideraciones generadas en relación con ODS

Consideraciones	Beneficio	ODS	Cumplimiento
Diseño del aerogenerador			
Se propone que sea como un molino eólico. Utilizan medidas en escala.	Fácil instalación, económico.	7: Energía asequible y no contaminante: la energía es esencial para las oportunidades a las que hace frente el mundo actual. Se implementa para los empleos, la seguridad y el cambio climático.	Las diferentes fuentes de energía renovables se aplican con el fin de satisfacer las necesidades del ser humano con base en energía sostenible. Se espera que transformen vidas, economía y entorno, en específico hogares del poblado La Manga.
Cola de veleta con relación mínima de 5 a 1 del área de la punta.	La veleta se alinea de una forma más simple a la dirección del viento incidente.		
Contempla un circuito que controla la velocidad y dirección de giro de un motor DC.	Proceso de cableado sencillo.		
Las hélices separadas a 120°, se adaptan a un buje con estructura aerodinámica y estructura de las tres palas en resina y fibra de vidrio.	Presenta mínima resistencia al aire y favorece el movimiento rotatorio. Balance que evita vibración en el funcionamiento.		
Diseño-construcción del acumulador de energía			
Selección de elementos: dipswitch, diodos Zener y <i>software</i> Proteus de simulación. Cálculos: datasheet de componentes	Elección del voltaje deseado de salida y constante para que pueda cargar la batería que almacenará la energía.	7: Energía asequible y no contaminante	Crecimiento de la tasa mundial de mejora en la eficiencia renovable.
Modificación (para maqueta) del motor: a. Añadir un puente rectificador de diodos a la entrada. b. Se añade también un diodo rectificador en la salida.	a. Transformar la corriente alterna en directa. b. Mantener el voltaje en una sola dirección. Cuando el aerogenerador deja de girar la batería no suministra energía en sentido contrario por el diodo.		

Instalación del aerogenerador			
Impresión en 3D de hélices, Armado de torre con tubo PVC	Menor costo.	ODS 1: fin de la pobreza: ha tenido un cambio desde 1990 al reducirse a la mitad. Un factor importante es la cantidad de salario mínimo con la que se sostiene la sociedad hoy en día. Existe el riesgo de que la pobreza afecte a un mayor porcentaje de personas	Fomentar oportunidades para la gente con escasos recursos servicios básicos.
Reproducir el escenario del poblado en <i>software</i> EdrawMax.	Aproximación a la realidad en maqueta. Inclusión de área de acumulador y molino.		
Funcionamiento del aerogenerador			
Realizar pruebas de calidad y resistencia	Revisar el aumento de voltaje de la pila.	ODS 11: ciudades y comunidades sostenibles. Uno de los grandes problemas que se enfrenta la ciudad es la falta de ayuda para los servicios básicos, la escasez de casas adecuadas.	Protección de zonas marginadas y personas en situaciones de vulnerabilidad.
Asesoría a propietario	Fácil manejo. Ante fallas sabrá actuar en sustitución.		
Mantenimiento del aerogenerador			
Se elige un aerogenerador	Implementa el uso de las energías renovables, ya que toman un papel fundamental al ser una fuente de energía limpia e ilimitada, la cual no afecta al medioambiente	ODS 13: acción por el clima: manifestaciones del cambio climático e intensificación de los fenómenos meteorológicos extremos. Las emisiones de gases de efecto invernadero producidas por las actividades humanas.	Minimizar consecuencias negativas del cambio climático a las personas más vulnerables.
Se planea abarcar más hogares en la región, en función de la creación de más aerogeneradores	Fuente de electricidad más rentable para el planeta y el desarrollo económico, en un futuro con más aplicaciones. Con base en este prototipo, no sólo al alumbrado puede funcionar, también se puede combatir los cambios climáticos.		

Fuente: Elaboración propia.

Recomendaciones

Trabajar en función del bienestar de una familia en zonas rurales suele ser un complejo trabajo de convencimiento, por lo que el acercamiento se genera

además por la cercanía, puede acceder con facilidad a una familia que permita una innovación de esta índole.

Una vez establecida una serie de actividades a realizar, la simulación en maqueta fue el instrumento idóneo para ejemplificar los beneficios de la implantación del aerogenerador, partiendo de que se cuenta con la ingeniería para la innovación tecnológica. Para que este proyecto se realizara y quedara una línea de investigación aplicada en desarrollo, que es instalar físicamente el aerogenerador, se trabajan las siguientes recomendaciones:

- Diseño del circuito para cambiar la corriente alterna a directa y cargar un almacenador de energía, lo cual hace que cuando esté cargado se desconecte automáticamente por medio del relevador. Este último se puede calibrar a qué voltaje se desea desconectar por medio del potenciómetro, cuando el almacenador se encuentra lleno, y con un *switch* se hará que el voltaje no se tome del aerogenerador, sino de los almacenadores. Esto está diseñado para casos de emergencias o cuando no existan corrientes de viento fuertes, ya que sin el almacenador habrá momentos en los que el aerogenerador puede producir menos voltaje y se cortarían la corriente y el voltaje que serán suministrados a un tercero.
- El aerogenerador puede ser construido con base en materiales reciclados de PETG mediante impresión 3D. En el motor se implementa un dinamo, ya que este produce un alto voltaje con poco movimiento y se encuentra estratégicamente conectado a un circuito almacenador de energía similar al prototipo con diferencia del almacenador, donde será una batería de automóvil de 12V la que estará conectada a una lámpara.
- Respecto a la implementación, ésta considera contribuir socialmente en la aportación de energía eléctrica a una zona en donde el acceso a ésta sea insuficiente o por ubicación exista inseguridad de pobladores. Por ello se estipula que la instalación del aerogenerador sea en una zona rural, pero asegurando, además, el hecho de que el fenómeno natural del viento sea propicio.
- El costo, por ende, ante la selección de la zona rural de estatus social bajo, debe ser también bajo. El hecho de estudiar con base en cultura de economía circular establece condiciones para reciclar y reutilizar elementos, tanto para la construcción del aerogenerador como para el armado de circuitos electrónicos que lo harán funcionar adecuadamente.
- El hecho de demostrar a los propietarios en una maqueta que simule el funcionamiento y los beneficios que se pueden obtener se traduce

en confianza y disponibilidad para llevar a cabo la instalación del aerogenerador y continuar con el proyecto investigativo aplicado.

Conclusiones

Dado que la electrónica se centra en el estudio de los circuitos y técnicas que permiten la manipulación de la energía eléctrica utilizando semiconductores, así como la transmisión de energía de pocos miliwatts para alimentar dispositivos, la construcción de generadores eólicos para uso particular, es posible. Mediante la aplicación de teorías puede, con las transformaciones energéticas necesarias, transportar la energía a la red eléctrica, con los niveles y restricciones que cada uno de estos puntos imponga a la conversión energética, a fin de que ésta pueda ser lo más eficiente, robusta y económica posible (Secades, 2010), que es lo que en específico busca este proyecto, el cual está, dirigido a zonas rurales, donde este servicio básico es insuficiente.

Se aprovechó la zona cercana a la ciudad capital San Luis Potosí, en donde se presenta, de forma natural, viento propicio para la implementación de un dispositivo que permita, por su costo y fácil manejo, proveer energía eléctrica para uso específico, como es el caso de este estudio. En éste hemos simulado un granero-establo con energía y el propietario pudo observar los beneficios que puede obtener de manera natural, entre estos, la seguridad de sus pertenencias y, sobre todo, la de su familia.

Con base en supuestos básicos de la ingeniería electrónica, la energía eólica es capaz de mover una hélice y, mediante un sistema mecánico, girar el rotor de un generador, normalmente un alternador, para producir energía eléctrica. La transformación de la energía cinética del viento se realiza a través de aerogeneradores y puede ser controlada, pues la cantidad de energía transferida al rotor por el viento depende de la densidad del aire, del área de barrido del rotor y de la velocidad del viento (Criado, 2017), lo que permite canalizar la producción a usos específicos, en este caso, para alumbrado de dos postes y el interior de un granero-establo de medidas específicas en 25 metros cuadrados.

Una vez presentada la simulación, el propietario acepta que sea su propiedad parte de un estudio aplicado, por lo que la continuidad de este estudio se considera para los meses de otoño-invierno del 2023, cuando las características del viento son propicias mientras el dispositivo, es construido con base en la acumulación de elementos reciclados y de reúso.

Este proyecto se considera sustentable, pues permite en su ejecución, el cálculo de indicadores que avalan los ODS y, por lo tanto, pueden ser evaluados y mejorados continuamente, lo que permite nuevos proyectos, tanto para la región como para la academia que se representa.

Referencias

- Aragón, D., López, I., Escarela, R., Campero, E., Guzmán, J., y Ortiz, R. (2014). *La energía eólica en la generación de energía eléctrica en el mundo*. UAM.
- Criado, V. (2017). *Manual práctico de evaluación de una instalación de energía eólica a pequeña escala*. ECON Internacional.
- Gómez, R. (2004). *An extreme wind event over the San Luis Potosi Valley, Mexico* [Tesis de maestría]. IPICYT.
- Hernández, R. (2018). *Metodología de la Investigación*. McGrawHill.
- Jaramillo, O., y Borjas, M. (2010). Energía del viento. *Academia Mexicana de Ciencias*, 61(2), 18-19.
- Naciones Unidas (2016). *La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe*. ONU.
- Rodríguez, L. (2020). El impacto social de las energías limpias en comunidades vulnerables. La energía eólica en la comunidad zapoteca de Juchitán de Zaragoza, Oaxaca. *Ambiente y Desarrollo*, 24(46), 1-18. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.ayd24-46.isel>
- Salazar, O., Badii, M., Guillén, A., y Lugo, O. (2015). *Historia y uso de energías renovables*. UANL.
- Sanchez, Julieta (2015). *Crisis energética global, la posición de México en el mundo*. UJED.
- Secades, M. (2010). *La electrónica de potencia y su aplicación en el campo de la energía eólica offshore*. Universidad Oviedo.

Agradecimiento

Doctora Rosa Elia Martínez, por su apoyo y liderazgo en este proyecto. Se lograron objetivos gracias a su dirección y visión durante este proyecto, producto de materias de investigación de ingeniería electrónica del Instituto Tecnológico de San Luis Potosí. ¡Le agradecemos por creer en nosotros!

Módulo de carga inalámbrica MCI. Innovación tecnológica en un plantel educativo

Alejandro Emilio Pizaña Castro *

Ximena Ventura Saldaña **

Roberto Tristán Méndez ***

Jonathan Ulises Palomo Ramos ****

*Técnico especializado en electrónica por el Centro de Bachillerato Tecnológico Industrial y de Servicios número 121. Estudiante de sexto semestre de Ingeniería Mecatrónica en el Instituto Tecnológico de San Luis Potosí, México.

**Egresada de la preparatoria José María Vilaseca, Santa María del Río, S. L. P., Cursa el noveno semestre de la carrera de Ingeniería Mecatrónica en el Instituto Tecnológico de San Luis Potosí, México.

***Técnico en Mecatrónica, egresado del plantel 2 del Cecyte; ganador de concursos de robótica. Actualmente cursa el sexto semestre de Ingeniería Mecatrónica en el Instituto Tecnológico de San Luis Potosí, México.

****Técnico en Mecatrónica por el Centro de Bachillerato Tecnológico Industrial y de Servicios (CBTIS) núm. 121. Reconocimiento institucional en Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. Cursa el sexto semestre de la carrera de Ingeniería Mecatrónica en el Instituto Tecnológico de San Luis Potosí, México.



Resumen

Uno de los lentos crecimientos tecnológicos en la industria de los aparatos electrodomésticos es la carga por medio de cables. Entre éstos se incluye a los teléfonos celulares, que además son dispositivos móviles que requieren el traslado de dichos cables con el usuario. Por medio de un estudio de caso, se pretende establecer, con base en una innovación tecnológica, una propuesta formal al Instituto Tecnológico de San Luis Potosí, para implementar en un aula definida, a través de un módulo que transmite la energía, la forma de carga de celulares de docentes y alumnos. A su vez, se pretende reducir el consumo de cables y, por ende, el desecho electrónico. De esta manera, se colabora con los objetivos de desarrollo sostenible: energía asequible y no contaminante, y ciudades y comunidades sostenibles. El objetivo de este documento es presentar la primera fase del estudio de caso, que contempla el diseño y la construcción de un prototipo denominado MCI —módulo de carga inalámbrica—. Esta fase, que contempla la eliminación de cables, se fundamenta en la teoría del campo electromagnético y el principio de viaje de la electricidad por medio de la inducción de la carga a diferentes dispositivos: aquellos con sistemas actuales que cuentan con receptores para recibir la carga de manera inalámbrica. La continuidad del estudio de caso conlleva, en su ejecución, la fase dos, que pretende tener fundamento para periodos posteriores, en los cuales se documente el impacto en el ámbito educativo del plantel, a través de un escenario controlado y la adaptación de esta innovación tecnológica a áreas más extensas.

Palabras clave: *teoría del campo electromagnético, innovación tecnológica, desecho electrónico, desarrollo tecnológico.*

Introducción

Teniendo como base una teoría poco desarrollada, se quiere usar ese principio para la realización de un módulo de carga inalámbrica conocido como el Protocolo Qi, que consiste en la transferencia de energía eléctrica entre un emisor y un receptor a través de ondas de inducción electromagnética

Abstract

One of the slowest technological advancements in the household appliance industry is the use of cables for charging, including cell phones, which are also mobile devices that require users to transfer these cables. Through a case study, the aim is to establish, based on technological innovation, a formal proposal to the Technological Institute of San Luis Potosi, to implement a defined classroom with a module that transmits energy for charging cell phones of teachers and students. This initiative intends to reduce cable consumption and, consequently, electronic waste, thereby contributing to Sustainable Development Goals: affordable and non-polluting energy, and sustainable cities and communities. The objective of this paper is to present the first phase of the case study, which involves the design and construction of a prototype called MCI (wireless charging module). This phase, focused on eliminating cables, is based on the theory of electromagnetic fields and the principle of electricity transmission through induction for charging various devices equipped with receivers to accept wireless charging. The subsequent phase of the case study, phase two, aims to establish a foundation for future periods, documenting the impact on the educational environment of the campus through a controlled scenario and adapting this technological innovation to larger areas.

Keywords: *telectromagnetic field theory, technological innovation, electronic waste, technological development.*

(Serrano, 2016). El módulo de carga inalámbrica presenta un método alternativo directamente relacionado con la eliminación de cables para cargar dispositivos móviles, el cual usa como base la tecnología Qi para efectuar la carga óptima de los teléfonos celulares de manera inalámbrica, lo que brinda al usuario un mayor rango a diferencia de los cargadores ya diseñados, que sólo ofrecen un rango aproximado de 5 centímetros.

La teoría del campo electromagnético consiste en estudiar los fenómenos eléctricos y magnéticos provocados por el reposo o movimiento de cargas eléctricas. En la física elemental existen dos tipos de cargas que son las cargas positivas y negativas, es decir, ambos tipos son fuentes de un campo magnético (Cheng, 1999).

Con fundamento en la generación de energía limpia y dentro del área de la sustentabilidad sugerido por la ONU a los países para recuperación y mejora del ambiente, se promueve cultivar energía limpia y asequible para garantizar acceso fiable, sostenible y moderno, además de ampliar la infraestructura y mejorar la tecnología para prestar servicios energéticos modernos y sostenibles para la sociedad. La Agenda 2030, presenta esta intención en el objetivo de desarrollo sostenible 7 y 11 (ONU, 2018).

Con base en estos preceptos, se presenta una innovación tecnológica basada en la teoría del campo electromagnético, la cual, por medio de un estudio de caso, conjuga elementos de intencionalidad en un entorno académico de nivel superior, con el objetivo de determinar las condiciones necesarias y las ventajas ante la implementación de un módulo de carga que provea a los estudiantes y docentes en un aula definida, de conexión inalámbrica por *default*, como prueba piloto para fundamentar una propuesta al instituto para la extensión del proyecto.

Bases teóricas

El término de cargador inalámbrico se cataloga como la innovación en la forma de carga de energía de teléfonos móviles del futuro, en la actualidad se ha implementado en la forma de carga secundaria de dispositivos de alta gama en el mercado de celulares. Asimismo, su extensión hacia áreas de dispositivos de mayor tamaño, como automóviles y autobuses, están en fase de prueba debido a que la capacidad de carga es diferente (Yáñez, 2019).

La necesidad de hacer mejor uso de los recursos ha llevado a la mejora de la eficiencia energética mediante el uso de nuevas tecnologías, en donde una de ellas involucra la forma en que se cargan los teléfonos móviles, pues la practicidad conlleva que ya no se utilicen cables convencionales, ya que además hay mayor aceptación del mercado (Suárez, 2012). Asimismo, la resistividad, que por medio de cálculos predice periodos de iniciación hasta aquellos de deterioro, es una característica relacionada con la relación inversa de resistividad eléctrica y difusividad de iones, lo cual se traduce

como: a mayor resistividad menor movimiento de cargas eléctricas, ya que indica menor porosidad (Andrade, 2011).

La energía es uno de los grandes aportes para el desarrollo de la humanidad y el mejoramiento de la calidad de vida y su uso adecuado sirve para alcanzar las metas del desarrollo humano sostenible. El deterioro de la capa de ozono que funciona de escudo natural, así como el calentamiento global debido al efecto invernadero, son fenómenos generalizados entre la población mundial. Debido a estos, diversas acciones se llevan a cabo, ya que se requiere controlar y buscar la forma de sustituir materiales con los que son construidos diversos productos, por otros que sean amigables con el medioambiente (Acuña y Muñoz, 2001).

La corriente eléctrica es el flujo de energía de un punto a otro y es continua mientras sigue el mismo sentido. Sin embargo, también está la corriente alterna que, al igual que la corriente continua viaja de un punto a otro, pero con un cambio constante de sentido la electricidad es creada por la corriente alterna. La electricidad es una forma de energía limpia que no se detecta a simple vista y que tampoco es apreciable por el oído. Se debe hacer énfasis en que su creación es por medio de energía primaria y en que no sólo es un proceso técnico, sino también un servicio que a su vez es parte de las necesidades básicas del ser humano (Formación, 2007).

El almacenamiento de la energía, proceso complicado, puesto que se tiene que generar al mismo ritmo de consumo y estar sometida a una fuente constante de creación de electricidad, debe considerarse dentro de los sistemas de carga (Perpiñán, 2011). Estos sistemas son los más actuales, pues se enfocan en la carga por inducción o carga electromagnética, lo que genera un campo electromagnético y emisor de energía, mientras reciben la energía en un extremo. Ambos cuentan con bobinas de inducción que convierten la electricidad que reciben mediante el enchufe de corriente alterna, lo que genera el campo electromagnético que sólo espera el contacto con el soporte para transmitir la electricidad (Leganés, 2016).

La carga eléctrica en teléfonos de manera inalámbrica se lleva a cabo utilizando un circuito de inducción electromagnética para el acoplamiento de bobina mediante una conexión al puerto micro USB, cde manera que se consigue una carga rápida y eficaz que mantiene activos los dispositivos hasta 24 horas (Jines, 2016). El BQ51050B es un chip cargador de iones de litio fabricado por Texas Instruments. Su función principal es permitir la carga inalámbrica de dispositivos electrónicos alimentados por baterías de iones de litio. El chip utiliza la tecnología de transferencia de energía inalámbrica conocida como *resonancia magnética acoplada* para transmitir energía desde una base de carga (transmisor) a un dispositivo móvil (receptor) sin necesidad de cables (T.I., 2007).

Las siguientes ecuaciones se utilizan en el desarrollo de un receptor para ponerlo en la misma frecuencia que un emisor.

L_s = inductancia de la bobina a una frecuencia de 100Khz y 1 Vrms

$L'S$ = inductancia en espacio libre

R = resistencia en C.C de la bobina receptora

Inductancia (medir)

Valores sacados de bobinas típicas de receptor Qi

$L_s = 10.9 \mu\text{H}$

$L'S = 12.9 \mu\text{H}$

El valor de la resistencia de la bobina en C.C (se debe medir).

$$C = \frac{1}{(2\pi * f_s)^2 * L'_s}$$

La carga de algunos electrodomésticos se reduce al uso de pilas, las cuales es común encontrarlas en calculadoras, relojes, computadoras portátiles, pilas recargables y teléfonos, que en la actualidad se han convertido en necesidad. Por otro lado, el uso desmedido impacta en el medioambiente, tanto en la salud de las personas al ser fabricadas, como al culminar la vida útil, pues son desechadas y su destino suelen ser basureros públicos, lo que provoca reacciones químicas ante la corrosión (De Antoni *et al.*, 2020).

Los dispositivos móviles siempre han dependido de un sistema externo de carga a una toma de corriente de manera fija, lo que presenta complicaciones al momento de volver a recargar esta misma batería dependiendo del lugar en que se encuentre el usuario. Algunas alternativas de solución son las pilas recargables, cargadores Qi, inclusive el maximizar el periodo de vida del aparato.

La aplicación de estos principios científicos aplicados en productos tecnológicos tiene una base legal en la norma oficial mexicana NOM-029-ENER-2017 que consta de diferentes leyes como: La Ley Orgánica de la Administración Pública y Federal de la Secretaría de Energía, que establece la promulgación de la eficiencia del sector energético; la Ley de Transacción Energética, que establece que la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía expida normas oficiales mexicanas que promuevan la eficiencia del sector energético; la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, que verifica criterios y especificaciones que promueven el mejoramiento

del medioambiente, la preservación de recursos naturales y el cuidado del usuario (Sener, 2017).

La NOM-029-ENER-2017, además, en su alcance, establece los valores mínimos y máximos de la eficiencia energética en operación, así como los límites de potencia eléctrica, ya sea en modo de carga o vacíos, al usar métodos de prueba para su evaluación y sus especificaciones de información mínima. Abarca las fuentes de alimentación que se distribuyen, construyen, compran y venden a través de todo el territorio nacional (Sener, 2017).

Bases metodológicas

Este documento presenta una primera fase de un estudio de caso con dos etapas formales, las cuales arrojan resultados que permitirán establecer las bases pertinentes para conformar una propuesta al Departamento de Eléctrica, Electrónica y Mecatrónica del Instituto Tecnológico de San Luis Potosí. El enfoque mixto de esta fase permite que la intervención de los investigadores aporte al prototipo beneficios ambientales a través de la consideración de objetivos de desarrollo sostenibles.

La aplicación de la metodología a través de un estudio de caso se considera a partir de la hipótesis de que los estudiantes y docentes cuentan con equipos portátiles de estudio actualizados, y que cuentan ya con la tecnología de un receptor integrado, que es el dispositivo que permite, en un espacio determinado, alcanzar la carga que el MCI expande.

La siguiente tabla establece la metodología del diseño de caso de estudio integral (Hernández, 2018). A través de fases se establecen actividades y periodos que permiten contar con un prototipo con bases científicas para que, una vez implementado en un escenario específico, permita a través de seguimiento exponer la realidad en la cotidianidad de los estudiantes y docentes del área de la ingeniería mecatrónica dentro del instituto al respecto de este beneficio.

Tabla 1. Fases del estudio de caso: presentación de MCI para plantel educativo

Estudio de caso: presentación de MCI para plantel educativo			Consideraciones
Fase 1 MCI	Investigación documental	Diseño	Por medio de un módulo de carga inalámbrica, alimentará usando principios teóricos de electromagnetismo, lo que permitirá proveer de energía a equipos electrónicos sin el uso de cables.
	Innovación tecnológica	Construcción	Asignatura de investigación, ITSLP, a través de la construcción de un prototipo.
	Análisis de datos cuasiexperimental	Pruebas	En un escenario controlado, se espera la implementación del MCI, para registro y corrección de errores.
Fase 2	Informe técnico	Implantación del MCI en aula	Permite promover desde la academia, una línea tecnológica para darle valor a la aplicabilidad y efectividad en campo.
	Informe ambiental	Identificación de elementos sustentables (ODS)	El rezago sustentable del país obliga a establecer nuevas estrategias empresariales. La academia no es ajena a estas intenciones, incluso puede ser un laboratorio efectivo para gestar, fortalecer o implementar.
	Elementos metodológicos: alcance, continuidad del proyecto		Los beneficiarios de contar en el mercado con un MCI, son principalmente el sector educativo (TNM y el campus San Luis Potosí) y la intención, a manera de alcance, pretende ser el sector industrial.

Fuente: Elaboración propia.

Estudio de caso: contextualización

INEGI (2022) realizó en 2021 una encuesta respecto a la disponibilidad al uso de tecnologías de la información en los hogares mexicanos —ENDUTIH—, en ella contabilizan más de 88.6 millones de personas usuarias de internet, quienes representan un 75.6% de la población de seis años en adelante, y 91.7 millones de personas usuarias de telefonía celular, quienes representan al 78.3% de la población. Entre la población de usuarios de internet, el 25.1% pertenece a la zona rural, y el 56.5 a zona urbana. De este último, el 96.5% usa el denominado *smartphone* o teléfono inteligente.

Dentro del sector educativo y derivado de la pandemia por la COVID-19 en 2020, los estudiantes y docentes de todos los niveles, pero sobre todo

aquellos de nivel superior, han debido equiparse de computadoras personales, móviles, tabletas y celulares para atender sus actividades académicas. La multiplicación del uso de baterías y cables, por tanto, es evidente. El regreso físico a las aulas no ha dejado de lado el uso de las TIC y la frecuencia de requerimientos al respecto incluso va en aumento.

El Instituto Tecnológico de San Luis Potosí no es la excepción a este fenómeno, con su oferta educativa de 10 programas de licenciatura en modalidad presencial, cuenta con 5508 estudiantes y 280 docentes, lo que lo hace parte importante de la formación en las generaciones en la región centro del norte de la república (ITSLP, 2021). Con esta población, el uso de equipo de información y su requerimiento de cables para carga, así como conexiones a la infraestructura, en la práctica, es insuficiente.

Como resultado de las asignaturas de investigación en el programa de Ingeniería Mecatrónica de este instituto, se presentó un prototipo con base en una *innovación tecnológica*, la cual consta de un módulo para que celulares adaptados a carga inalámbrica, o capaces de conectarse con el receptor de entrada tipo C, realicen esta actividad de forma automática, es decir, sin necesidad de conectarse por medio de cable. Se consideraron equipos de diferentes marcas, tales como Xiaomi, LG y Apple, los cuales vienen ya con el circuito de conexión inalámbrica instalada.

Se requiere la instalación de este módulo dentro de un aula para brindar resultados de pruebas piloto y poder considerar su implementación permanente, e incluso extender su aplicación a otras áreas. Se definió que el aula fuera dentro del área del departamento de mecatrónica, por lo que el estudio de caso se concentró en dos fases: la construcción del módulo de carga inalámbrica y los elementos que conforman la propuesta para lograr la implementación.

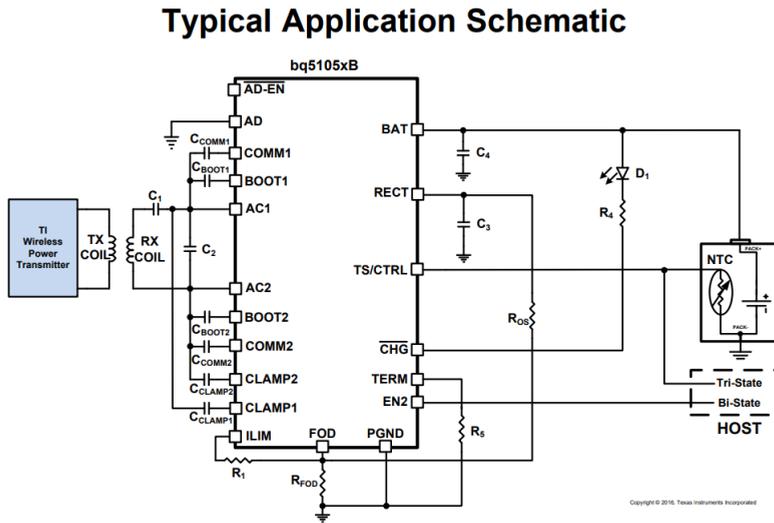
Fase1. Descripción del MCI, diseño y construcción

El armado del prototipo, en este caso la parte del transmisor de carga inalámbrica universal, se basa en una bobina para hacer el contacto inductivo, la cual previamente fue extraída de otro modelo del protocolo Qi. El receptor de los dispositivos, al hacer contacto indirecto con la bobina del transmisor de carga inalámbrica, recrea la situación de un campo eléctrico y, a su vez, crea un campo eléctrico, por el cual se hace presente la transferencia de energía de forma inductiva.

Teniendo en cuenta esta información, para el proceso de transferir la carga y transformarla de tal manera que pueda ser recibida por los dispositivos de manera correcta, se emplea el chip BQ51050B, el cual nos ayudará a regular y controlar el voltaje que transmita y nos otorgará una carga óptima para los dispositivos conectados al circuito. Al indagar en la tienda que provee este tipo de chips, nos otorgó la *data sheet* del chip, la cual muestra un circuito

aplicado con este mismo concepto, el de un cargador inalámbrico (véase figura 1).

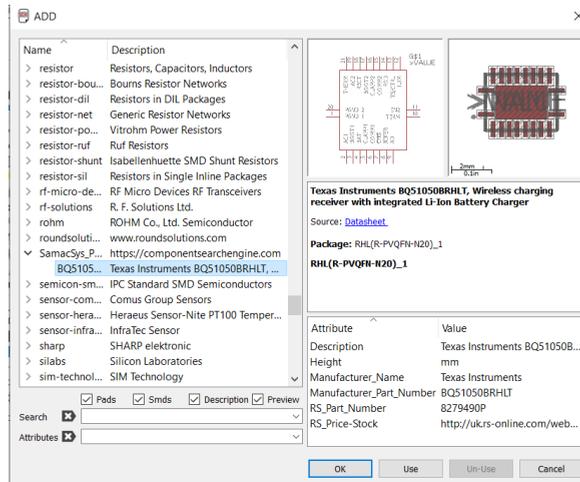
Figura 1. Circuito esquemático del sistema de carga inalámbrica



Fuente: Texas Instruments (2007).

Con base en este circuito, se busca tener el mayor aprovechamiento del chip, por lo tanto, es necesario que se fusione en una placa PCB para sus conexiones físicas con otros componentes como capacitores y resistencias. Para ello, es necesario el uso de un *software* de simulación de circuitos electrónicos. En este caso fue seleccionado el programa llamado Eagle, que cuenta con librerías predeterminadas de componentes utilizados comúnmente, para nuestro estudio, la correspondiente al chip BQ5050B de Texas Instruments, de lo cual se obtuvo la librería SamacSys en el programa (véase figura 2).

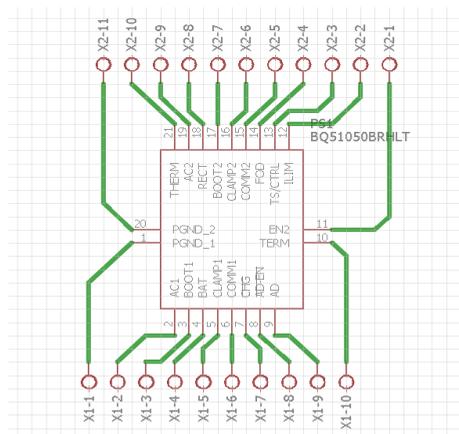
Figura 2. Librería SamacSys, con el PCB del chip BQ51050B



Fuente: Elaboración propia.

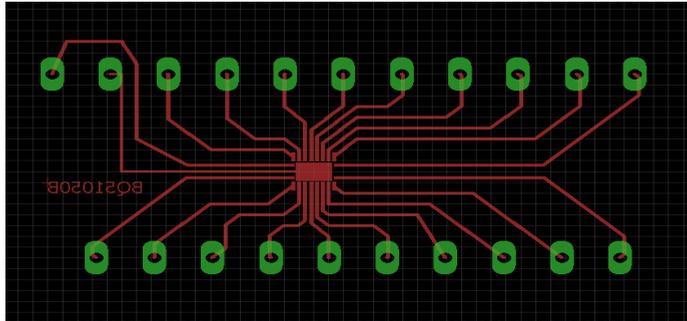
La conexión realizada de los pines del chip hacia las terminales de conexión de tipo proto (figura 3) es de tal forma que, en la simulación esquemática, no se tocan entre sí para evitar complicaciones al momento de realizar la simulación en PCB. Al simular la placa PCB del circuito con el mismo programa, se comienza a dibujar las pistas, conectándolas hacia las terminales para su impresión (véase figura 4).

Figura 3. Conexiones de forma esquemática del chip BQ51050B con sus terminales



Fuente: Elaboración propia.

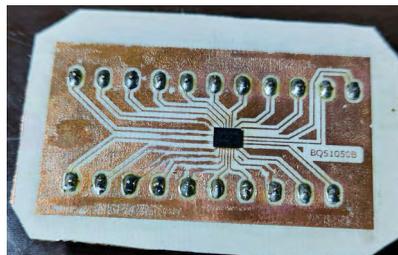
Figura 4. Simulación terminada de las conexiones del PCB



Fuente: Elaboración propia.

Teniendo ya la impresión del circuito, se comienza con el proceso de impresión sobre una baquelita de cobre sin perforar, lo que nos permitirá tener las pistas utilizables para la transferencia de energía. El método empleado en la impresión del circuito es el método de planchado, el cual consiste en calentar la tinta que tiene el papel opalina y posteriormente adherirlo a la superficie de la placa de cobre. Esta placa se coloca en un recipiente y la baquelita crea una reacción química con cloruro férrico (FeCl_3), hasta degradar el cobre. De este proceso se crea una placa-plantilla que deja ver las pistas y el lugar en donde se soldará el chip, a través de perforaciones de los pines. Después de perforar la baquelita, se procede a colocar los pines y posteriormente a soldarlos sobre ella misma, como se observa en la imagen 1.

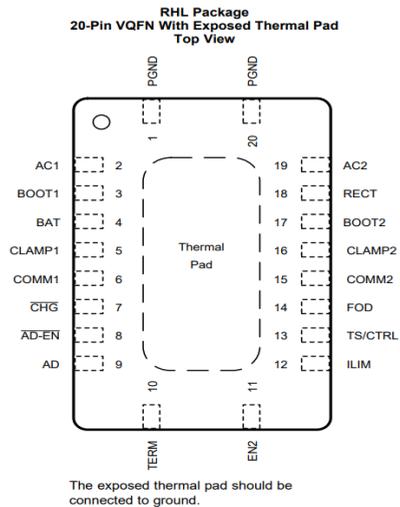
Imagen 1. Presentación de baquelita con pines soldados y el chip al centro



Fuente: Elaboración propia.

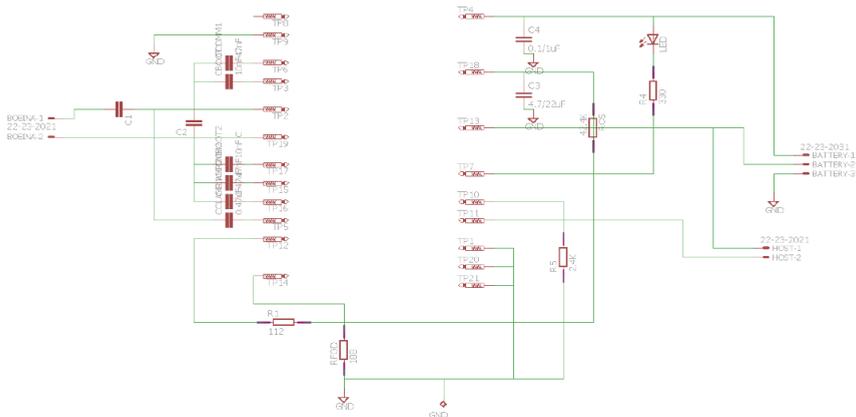
Para comenzar con la siguiente parte de este circuito, se utilizó la simbología del chip BQ51050B, ya que la distribución de sus pines puede confundir fácilmente, porque en el circuito simulado en el *software* los pines llevan diferente orden. La simbología se extrajo de la *data sheet* del chip (véase figura 5) y la simulación de los componentes hacia los pines del chip (véase figura 6).

Figura 5. Simbología de cada pin del chip BQ51050B



Fuente: Texas Instruments (2007).

Figura 6. Esquema del circuito para el chip BQ51050B

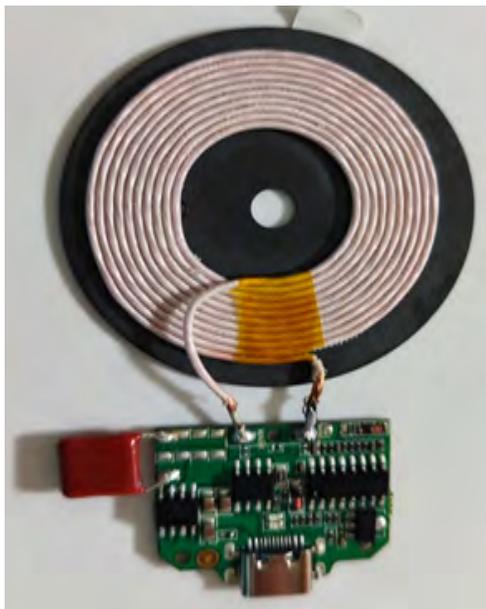


Fuente: Elaboración propia.

El esquema del circuito se replica en una placa de pruebas —protoboard—, en la cual se acopla el circuito del chip, de tal forma que sus pines tengan una entrada independiente y sea posible la conexión de los componentes. Luego se colocó en una bornera una bobina con papel de ferrita, de esta forma se direccionó el campo magnético en un solo sentido, mientras que en la otra bornera se colocó los cables hacia el dispositivo al que se deseaba cargar la batería. Al tener listo el receptor universal se hacen pruebas con el

transmisor, que es el encargado de transmitir el voltaje de carga que es de ± 5 V a un rango máximo de 5 centímetros (véase imagen 2).

Imagen 2. Circuito transmisor del voltaje de carga



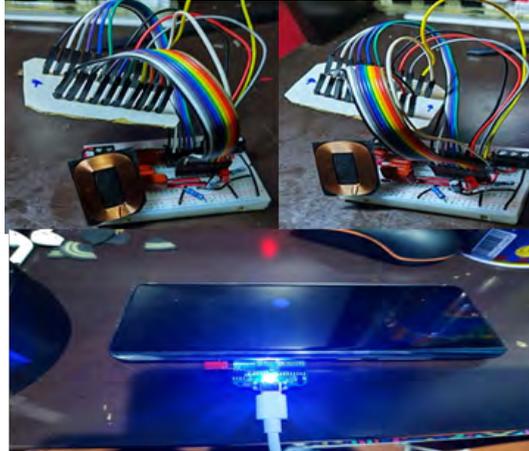
Fuente: Elaboración propia.

Resultados

El resultado obtenido de las etapas de diseño y construcción son un prototipo MCI (véase imagen 3), del cual se tienen observaciones específicas, tales como:

- Dependiendo del material utilizado, se puede ampliar el rango de voltaje, convirtiendo un lugar específico en un centro en donde se carguen los equipos móviles sin necesidad de haber una conexión física.
- El tipo de material utilizado puede tener un costo elevado al momento de su producción, pero puede equilibrarse al reducir el uso de baterías y eliminar el uso de cables.
- El receptor logra transmitir la carga, sólo depende de los dispositivos y su compatibilidad.

Imagen 3. MCI funcionando



Fuente: Elaboración propia.

Como parte de la entrega de este prototipo, se gesta en las actividades de prueba la introducción a la fase 2, la cual debe concentrar observaciones al respecto de la instalación del MCI en un aula académica de Ingeniería Mecatrónica del Instituto Tecnológico de San Luis Potosí. Para poder fundamentar la propuesta, se realizará un informe técnico que contemple las consideraciones extraídas de una encuesta elaborada *ex profeso* a estudiantes del programa.

Habiendo elaborado la encuesta en formato digital, se consideraron aspectos de practicidad y de conciencia acerca de los beneficios en relación con elementos de sustentabilidad marcados en los ODS 7 y 11. Estos se resumen y generan las siguientes observaciones:

- Al contar con un MCI, se colabora con comunidades para tener una mejor infraestructura y educación integral que permita mejorar la calidad de vida a través de habilidades técnico-científicas puestas en práctica en proyectos de innovación. Asimismo, se busca generar conciencia ambiental, enfocada en los requerimientos mundiales para fortalecer los ciclos de vida de los productos y servicios. Por ende, las generaciones futuras, estarán sujetas a garantías de recursos naturales. El MCI aporta beneficios con uso de energía limpia.
- El aprovechamiento de generación de energía limpia provee a usuarios de un recurso indispensable para generar productividad, lo que remite además, en lo personal, a la reducción de costos. El MCI provee de carga energética y no requiere uso y, por ende, consumo de cables. Con ello se reduce el desecho electrónico que causa contaminación y se establecen canales para calcular índices sustentables.
- El impacto ambiental observado se refiere al aprovechamiento de la generación de energía limpia, minimización de desechos electrónicos,

optimización de espacios por concepto de instalación eléctrica previa. Asimismo, se fomenta la construcción de instalaciones sostenibles por medio de la innovación.

Conclusiones

Al utilizar el campo electromagnético, este módulo permite la transmisión de energía a través del aire sin necesidad de cables físicos, lo que facilita la carga de dispositivos sin tener que conectarlos directamente al cargador, con la condición de compatibilidad. Esto proporciona una mayor comodidad y flexibilidad al cargar dispositivos, ya que no se requiere una alineación precisa o una conexión física. En conclusión, el uso de un MCI que busca ampliar el rango de un cargador inalámbrico, mediante el uso del principio del campo electromagnético, puede ser una solución eficiente y conveniente para cargar dispositivos de forma inalámbrica a distancias mayores.

Ante las sugerencias que emiten organismos mundiales como la ONU (2018) a través de la Agenda 2030, se requiere que los países se adhieran a los lineamientos guía, con evidencia tangible. Los esfuerzos realizados en función de estas sugerencias en el sector educativo incluyen en la estrategia de planeación de las academias de las diferentes áreas como la innovación. Particularmente en el campo de la ingeniería, la innovación tecnológica es la que más auge ha tenido.

A través de una investigación de aplicación de principios de electromagnetismo, se plantea la construcción de un prototipo que promueva la minimización de contaminación por desechos electrónicos, ya que se busca sustituir el uso de cables para energizar equipos personales por un módulo de carga inalámbrica instalado en un espacio académico dentro del Instituto Tecnológico de San Luis Potosí.

El alcance que se pretende es en función de la practicidad que estudiantes y docentes obtengan al contar con un aula acondicionada con el MCI, lo que puede extender su uso hacia cualquier instalación y fomentar la aplicación de las metas sustentables de uso de energía limpia y ciudades sostenibles, a través de la innovación.

Referencias

Acuña, F., y Muñoz, V. (2001). Celdas de combustible. Una alternativa amigable con el medioambiente para la generación de potencia y su impacto en el desarrollo sostenible de Colombia en el siglo XXI. *Ingeniería y Desarrollo*, 10(10), 94-110. <https://cientificas.uninorte.edu.colindex.php/ingenieria/article/view/2290>.

Andrade, C. (2011). La resistividad eléctrica como parámetro de control del hormigón y de su durabilidad. *Revista ALCONPAT*, 1(20), 90-98. <https://doi.org/10.2141/ra.v1i2.8>

Cheng, D. (1999). *Fundamentos de electromagnetismo para ingeniería*. Pearson Educación.

De Antoni, J., De la Vega, M. B., Do Carmo, L., Manuel, J., Gorosito, L., Gorosito, M., Ortiz Ensínck, J., Simone, C., y Velázquez, L. (2020). *Informe "Ciclo de vida de las pilas"*. FAUBA.

Formación, E. (2007). *Energía solar fotovoltaica*. Fundación Confemetal.

Hernández, R. (2018). *Metodología de la Investigación*. McGrawHill.

INEGI (2022). *Encuesta nacional sobre disponibilidad y uso de tecnologías de la información en hogares*. INEGI.

Instituto Tecnológico de San Luis Potosí, (2021). *Informe de rendición de cuentas 2020*. TecNM.

Jines, J., y Rodrigo, C. (2016). *Sistema electrónico para recarga eléctrica en teléfonos celulares inteligentes en espacios cerrados, con tecnología inalámbrica*. Universidad Técnica de Ambato.

Leganés, V. (2016). Sistema de alimentación inalámbrica para dispositivos de instrumentación basado en estándar Qi. [Trabajo de fin de grado, Universidad Carlos III de Madrid] https://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/26775/TFG_Victor_Serrano_Ruiz_Valdepenas.pdf.

ONU (2018). *Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe*. Naciones Unidas.

Perpiñán, O. (2011). *Energía solar fotovoltaica*. <https://github.com/oscarperpinan/esf>

Serrano, V. (2016). *Sistema de alimentación inalámbrica para dispositivos de instrumentación basado en estándar Qi*. [tesis de licenciatura]. Universidad Carlos III de Madrid. España.

Sener (2017). *Norma Oficial Mexicana NOM-029-ENER-2017, Eficiencia energética de fuentes de alimentación externa. Límites, métodos de prueba, marcado y etiquetado*. Sener.

Suárez, F. (2012). Modelo de Gestión de Demanda Energética Usando Tecnologías Inalámbricas. *Scientia Et Technica*, 2(51), 175-180. <https://doi.org/10.22517/23447214.7899>.

T.I. (2007). *bq5105xB High-Efficiency Qi v1.2-Compliant Wireless Power Receiver and Battery Charger*. Texas Instruments.

Yáñez, I. (2019). Sistema de carga inalámbrica para vehículos eléctricos en reposo. *Enfoque UTE*, 10(2), 17-27. <https://doi.org/10.29019/enfoqueute.v10n2.379>

Agradecimiento

Al Instituto Tecnológico de San Luis Potosí por ser la casa de estudios en la que adquirimos conocimientos en función de nuestras capacidades y habilidades en la ingeniería. A la Dra. Rosa Elia Martínez Torres por el tiempo de dirección, asesoría y seguimiento dentro de las materias de taller 1 y 2 de investigación, al igual que en extra clases, donde se gestó la idea y se inició el desarrollo del dispositivo.

Diseño de un modelo de negocio circular del sector alimenticio aplicando inteligencia artificial. Estudio de caso Conservas Santa Rosa Guanajuato

Francisco Javier Velázquez Sagahón*

Juan Iván Vázquez García **

Amneris Aída Preciado Rocha ***

***ORCID:** <https://orcid.org/0000-0003-1283-4339>; **ResearchGate:** <https://www.researchgate.net/profile/Francisco-Velazquez-Sagahon>

Doctor en Estudios Organizacionales por la Universidad Autónoma Metropolitana. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores. Director del Departamento de Estudios Organizacionales en la Universidad de Guanajuato, México.

****ORCID:** <https://orcid.org/0000-0001-8242-9545>; **ResearchGate:** <https://www.researchgate.net/profile/Juan-Vazquez-Garcia-2>

Doctor en Ciencias del Desarrollo Humano por la Universidad del Valle de Atemajac, campus León. Profesor investigador de la Universidad de Guanajuato, México.

*****ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-8601-1629>;

ResearchGate: <https://www.researchgate.net/profile/Amneris-Preciado>

Licenciada en Relaciones Industriales por la Universidad de Guanajuato. Profesora de la Universidad de Guanajuato, México.



Resumen

Este trabajo explora la importancia de adoptar la filosofía de la economía circular en las MiPYMES debido a su impacto económico y en la generación de empleo. Se aplica una metodología de estudio de caso, a partir de un paradigma cualitativo, donde se aborda la MiPYME Conservas 1998, una empresa situada en una región turística de la sierra de Santa Rosa, Guanajuato, México, fundada hace 25 años por un grupo de amas de casa que buscaban subsanar la difícil situación económica de sus familias. A partir de una metodología de análisis del plan de negocio basada en el modelo Canvas de Osterwalder y Pigneur (2009), se analizan las actividades estratégicas actuales de la empresa. Posteriormente, se emplea la herramienta de inteligencia artificial ChatGPT, un modelo de lenguaje generativo (Generative Pre-trained Transformer) que puede generar texto coherente y contextual a partir de instrucciones o preguntas. En este ejercicio se utiliza como una prueba de concepto para valorar la medida en que puede apoyar la generación de ideas e innovación y transitar, en este caso concreto, hacia una perspectiva de economía circular. El equipo de investigación ha valorado estas ideas para crear un nuevo modelo Canvas que incluya acciones innovadoras para incorporar el modelo de economía circular en el caso de “Conservas 1998”. El capítulo destaca cómo la economía circular puede ser un enfoque beneficioso para las MiPYMES, y cómo la combinación de la herramienta ChatGPT con el modelo Canvas permite identificar soluciones creativas y sostenibles. Se resalta la importancia de integrar el compromiso con el medioambiente en el núcleo de las operaciones empresariales, y cómo esto puede ser un factor diferenciador y competitivo en el nuevo contexto económico y social.

Palabras clave: *economía circular, MiPYME, inteligencia artificial, ChatGPT, Canvas.*

Abstract

This paper explores the significance of adopting the circular economy philosophy in SMEs due to its economic impact and employment generation. A case study methodology is employed, based on a qualitative paradigm, focusing on the SME called “Conservas1998”, a company located in a tourist region of the Sierra de Santa Rosa, Guanajuato, Mexico. Founded 25 years ago by a group of housewives aiming to alleviate their families’ economic hardships, the study analyzes the company’s current strategic activities using a business plan analysis methodology based on the Canvas model by Osterwalder and Pigneur (2009). Subsequently, the artificial intelligence tool ChatGPT, a generative language model (Generative Pre-trained Transformer) capable of generating coherent and contextual text from instructions or questions, is utilized as a proof of concept to assess its potential in supporting idea generation and innovation for transitioning towards a circular economy perspective in this specific case. The research team has evaluated these ideas to create a new Canvas model that includes innovative actions to incorporate circular economy thinking in the case of “Conservas 1998”. The chapter highlights how the circular economy can be a beneficial approach for SMEs, and how combining the ChatGPT tool with the Canvas model has enabled the identification of creative and sustainable solutions. It emphasizes the importance of integrating environmental commitment at the core of business operations, and how this can be a distinguishing and competitive factor in the new economic and social context.

Keywords: *circular economy, SME(Small and Medium Enterprises), artificial intelligence, ChatGPT, Canvas.*

Introducción

La economía circular es un concepto, una filosofía, relativamente reciente, aunque diferentes escuelas de pensamiento ya vienen anticipándolo desde hace décadas. Esta nueva visión se consolida en un contexto de crisis global donde se identifica claramente un cambio climático adverso: la pérdida de biodiversidad, la contaminación creciente del aire y agua, así como la escasez de recursos naturales. Adicionalmente las desigualdades económicas, se incrementan las altas tasas de desempleo y subempleo, así como inestabilidad de los mercados financieros (Damián, 2015). De esta manera, la perspectiva de la economía circular busca una nueva concepción de los modelos económicos y productivos con la finalidad de conseguir una verdadera sociedad sostenible en el futuro. En una economía circular, el valor de los productos y materiales se mantiene durante el mayor tiempo posible; los residuos y el uso de recursos se reducen al mínimo, y estas últimas se conservan dentro de la economía cuando un producto ha llegado al final de su vida útil, con el fin de volverlos a utilizar repetidamente y seguir creando valor. La economía circular, por tanto, propone un nuevo modelo de sociedad que utiliza y optimiza los stocks y los flujos de materiales, energía y residuos, teniendo como objetivo la eficiencia en el uso de los recursos (Pascual, 2016).

Por otro lado, la economía circular señala la necesidad de optimizar la producción desde el diseño de procesos que consuman menos recursos, menos energía y menos agua, en definitiva, que tengan un impacto ambiental menor gracias al diseño eficiente y al aprovechamiento de estas. La mejor baza de que dispone la economía circular es que su enfoque no parte sólo de la sostenibilidad, sino que su piedra angular es el sostenimiento del crecimiento económico, sustentado en la conservación de los recursos. Es decir, incorpora la gestión ambiental como un coste más, encaminado al sostenimiento de la economía productiva a escala global. Una tendencia identificada en este momento sostiene que en un futuro cercano aparecerán más micro-emprendedores o pequeñas empresas centradas en lo social, la sostenibilidad, la ecología y la economía circular. De acuerdo con KPMG, organización global de firmas independientes de servicios profesionales, que proveen servicios de auditoría, impuestos y asesoría, estamos viviendo la década de la transformación de la economía mundial, centrada en la sostenibilidad y la producción circular, por este motivo urge voltear hacia un modelo de producción circular (KPMG, 2019).

Asimismo, señala que, frente a la vieja concepción de crear, usar y tirar, la economía circular exige contemplar todo el circuito de la cadena de valor: desde el uso de los materiales, el diseño del producto, la forma y modelo de producción, y el consumo energético, hasta el modelo de consumo y distribución, reparación y reutilización para que vuelva de nuevo al circuito del proceso productivo y el círculo se cierre.

La economía circular es una más de las manifestaciones de esa creciente preocupación medioambiental que, lejos de estar en su apogeo, está en sus inicios. Cuando dentro de diez o veinte años miremos atrás nos daremos cuenta de que estamos al principio de una transformación profunda de los modelos de producción y de consumo de nuestras economías.

A partir de esta reflexión, surgen las preguntas: ¿Cómo iniciar esta transición a la filosofía de la economía circular? ¿Las micro, pequeñas y medianas empresas (MiPYMES) pueden rediseñarse con esta filosofía y mantenerse rentables? ¿Qué herramientas existen para iniciar este cambio? Por lo anteriormente señalado, este trabajo tiene el objetivo de presentar un estudio de caso donde se realiza el ejercicio de rediseñar un modelo de negocio, desde una concepción tradicional o lineal, hacia un pensamiento de economía circular. El caso de estudio es de la MiPYME Conservas 1998 anteriormente conocida como Conservas Santa Rosa Guanajuato. Por otra parte, se aplica la metodología de “prueba de concepto”, para evaluar la herramienta de inteligencia artificial (IA) ChatGPT en la generación de ideas o reflexiones que apoyen la reestructura de este nuevo modelo de negocio. Se aplica la propuesta para el rediseño de una idea de negocio, de Osterwalder y Pigneur (2009) conocida como Canvas para integrar las funciones básicas del modelo de negocio actual y transformarlo hacia un modelo de negocio con la filosofía de economía circular.

Contexto de la IA para la mejora de modelos de negocio

A partir del año 2023, el uso de la inteligencia artificial (IA) en el ámbito de las organizaciones, ha tenido un crecimiento exponencial. Sin embargo, el desarrollo de técnicas y metodologías de IA tiene un largo recorrido histórico. Los orígenes de lo que hoy se conoce como IA, se remontan al año 1943, con los trabajos de Warren McCulloch —neurofisiólogo— y Walter Pitts —matemático—, quienes a partir de su comprensión de cómo funcionan las neuronas cerebrales humanas y su experiencia en la aplicación de modelos matemáticos, diseñaron el primer modelo de red neuronal artificial. De manera sucinta se puede afirmar que la aportación de estos científicos fue la conformación de una red con nodos interconectados que recibían datos en forma de señales eléctricas y, a través de funciones matemáticas, generaban una salida que se convertía en la entrada de otro nodo. Las señales se ponderaban con funciones matemáticas para generar diferentes tipos de señales, algunas más importantes que otras (umbrales diferenciados) para que el modelo pudiera tomar decisiones. Aunque este modelo inicial era simple en comparación con una red neuronal humana, abrió un amplio abanico de posibilidades para investigar y resolver problemas de manera similar a los procesos mentales humanos, pero utilizando software y computadoras (Acevedo, Serna y Serna, 2017).

Posteriormente, el científico inglés Alan Turing, quien ha sido reconocido como el “padre” de la IA, formuló la hipótesis de que las máquinas serían

capaces de simular procesos inteligentes realizados por seres humanos. Turing destacó la importancia de un enfoque interdisciplinario en este campo y la necesidad de establecer claramente sus alcances y limitaciones. El término “inteligencia artificial” se acuñó en 1956 durante una conferencia en Dartmouth College, New Hampshire, Estados Unidos, que contó con la presencia de destacados investigadores en esta novedosa área de conocimiento (Ortiz y Guevara, 2021). Es a partir de la tercera década del siglo XXI que la IA comienza a ser parte del ecosistema de tecnologías disruptivas aplicadas y al alcance de las organizaciones (Internet de las cosas, impresión 3d, realidad virtual y aumentada, metaversos, blockchain etc.) En este contexto, es importante aclarar que el término “disruptivo”, se relaciona con el concepto de una rotura o interrupción brusca de algo (Vidal, Carnota y Rodríguez, 2019).

Aunque el uso de la IA en las organizaciones es cada vez más común y está disponible de manera abierta, todavía hay muchos desafíos y obstáculos a superar en cuanto a la implementación y el uso efectivo de estas herramientas, particularmente por parte de las MiPYMES, en donde la adopción de estas tecnologías es aún baja. En el contexto de la región del Estado de Guanajuato, México, resalta la estrategia del gobierno denominada Valle de la mentefactura que busca promover el aprovechamiento de las tecnologías disruptivas, así como la retención del talento humano, otorgándoles empoderamiento para la toma de decisiones, mejora, rediseño de procesos e innovación, creando nuevas alternativas o soluciones que den respuesta a las necesidades empresariales (Gobierno del estado de Guanajuato, 2021). Sin embargo, a pesar de estos esfuerzos, aún hay muchos desafíos y barreras a superar para que las MiPYMES puedan aprovechar plenamente las oportunidades que ofrecen las herramientas de IA. Estos incluyen la falta de conocimientos y habilidades técnicas, la percepción de que la tecnología es costosa y compleja, y la falta de acceso a datos de calidad y a herramientas de análisis adecuadas.

En este contexto, el uso de herramientas de inteligencia artificial como ChatGPT puede ser una oportunidad para que las MiPYMES la apliquen como un apoyo para reforzar sus procesos de toma de decisiones, rediseñando sus modelos competitivos y comenzando su transformación hacia una nueva manera de hacer negocios, teniendo como filosofía la propuesta de la economía circular, mejorando así su capacidad de innovación y competitividad, al mismo tiempo que se cuida el medioambiente y se genera una sustentabilidad económica.

Descripción del caso de estudio

Conservas Santa Rosa, se crea en el año de 1998 por Martha Ramírez, Rosa María Rico, Susana Barroso, Patricia Herrera y Margarit Cano quienes, antes de desarrollar sus talentos como emprendedoras, se desempeñaban como amas de casa. En aquellos tiempos una de las principales actividades económicas

de la comunidad de Santa Rosa Guanajuato, se relacionaba con la minería. Este sector industrial se vio afectado por la competencia internacional derivando en constantes despidos de personal en la región, por lo que para apoyar a sus familias, estas mujeres pensaron elaborar conservas a partir de las frutas de temporada disponibles en la región, pero desconocían muchos detalles para una producción comercial.

Un factor que detonó su idea emprendedora fue el hecho de que dos estudiantes de ingeniería en alimentos llegaron a la comunidad a realizar su servicio social por parte de la Universidad de Guanajuato. Estas estudiantes visitaron casa por casa anunciando que darían talleres para enseñar a hacer mermeladas y conservas con frutas de temporada de manera artesanal. La invitación era totalmente abierta y de libre decisión. Ante esta convocatoria se organizó un grupo de alrededor a 30 mujeres y después de haber tomado los talleres, solo permaneció el entusiasmo y la perseverancia en estas mujeres que emprendieron el negocio llamado: Conservas Santa Rosa. En sus inicios, toda la producción se vendía en un pequeño local dentro de la comunidad, para los propios habitantes y algunos visitantes ocasionales.

Posteriormente, gracias a que frecuentaban exposiciones y ferias de comida orgánica en algunos puntos del país, en 2006 encontraron una gran oportunidad. Durante el festival Expo Orgánicos que se llevó a cabo en el Estado de Chiapas, Conservas Santa Rosa se encontró con representantes de grandes restaurantes que en ese entonces deseaba iniciar un programa de responsabilidad social con comunidades del país. Después de dar a conocer su producto estrella —la mermelada de fresa—, esta empresa solicitó un pedido que, para Conservas Santa Rosa, parecía algo imposible: varias toneladas de mermelada que en unidades se tradujo a 20 mil frascos. Según datos de la señora Rosa María fue todo un reto, hasta se tuvo que recurrir al apoyo de familiares y amigos para cumplir con el pedido solicitado. Al final del día se logró hacer la entrega de este inmenso pedido. Fueron jornadas de trabajo intensas, con mucho apoyo en mano de obra e incluso hasta el sacrificio de tener algunos días sin dormir.

Con la demanda y el trabajo llegó otro cambio, en este caso de nombre. Actualmente, Conservas Santa Rosa se conoce como Conservas 1998 y es una fuente de trabajo por el momento estable. La llegada de la pandemia por COVID-19 les impactó de manera significativa dado que antes de la pandemia era una empresa rentable para 25 personas lo que, se traduce en un apoyo directo para 100 familias, según refiere la señora Rosa María en la entrevista. Actualmente ante este impacto de la COVID-19 solo seis personas son las que siguen adelante con el negocio.

Un factor importante es que la tienda de la fábrica ha integrado a su línea de productos almíbares, ates, escabeches, tamarindos, semillas saladas y enchiladas, y mermeladas de frutas que varían dependiendo de la temporada, así como también licores artesanales de diversos sabores.

Algunas de las mayores dificultades que han vivido las emprendedoras han sido, por una parte, el tema de la pandemia durante la cual perdieron la negociación con un cliente mayorista que beneficiaba sin duda alguna la economía de las familias de las trabajadoras; y por otro lado los conflictos sociales como la inseguridad derivada de la delincuencia organizada que lamentablemente ha golpeado a este tipo de negocios, situación que se vive actualmente no solo a nivel estatal sino a nivel nacional y que para esta empresa esta lamentable situación no ha sido la excepción.

Es por ello que han tenido que cancelar las líneas telefónicas ya que han sido blanco de extorsiones, incluso las han amenazado con exigirles el pago de derecho de piso. Como medida preventiva únicamente se hacen ventas vía WhatsApp y en el propio local que está ubicado en un lugar privilegiado donde se disfruta del contacto con la naturaleza siendo también un espacio de atracción turística.

Describiendo un poco el proceso, se menciona que reciben la fruta fresca, no solo fresas sino también otro tipo de frutas, pues también preparan mermeladas de temporada. Después de recibir la fruta, seleccionarla y limpiarla muy bien, la pican y procesan utilizando únicamente una licuadora industrial. Cabe mencionar que su principal fuente de adquisición de materia prima es la ciudad de Irapuato, propiamente la Central de Abastos.

Después de casi 25 años de constante crecimiento, Conservas Santa Rosa es uno de los principales atractivos turísticos de la comunidad. Han sido reconocidas por la Organización de las Naciones Unidas (ONU) por la sustentabilidad del proyecto, ya que se aprovechan los recursos de la región y todo es hecho a mano con el propósito de mantener la calidad artesanal.

Metodología hacia un modelo de economía circular

Para apoyar el propósito principal del estudio, se seleccionó el método de la investigación cualitativa, el cual facilita un abordaje con profundidad del fenómeno estudiado.

Según Stake (1995), mediante la investigación cualitativa se alcanza la riqueza holística de los fenómenos. Para Creswell (2007), los estudios cualitativos se caracterizan por indagar en los procesos de cómo las personas dan sentido a sus vidas, experiencias y como tratan de estructurar el mundo en el que se desarrollan.

Para Martens (2007), el conocimiento es construido socialmente por los sujetos que participan en la investigación, quienes interactúan compartiendo experiencias y se ven afectados por el contexto en el que realizan su vida cotidiana. De ahí, que el abordaje de investigación se llevó a cabo mediante una visita de campo y la aplicación de entrevista semiestructurada.

La entrevista semiestructurada es una entrevista con relativo grado de flexibilidad, tanto en el formato como en el orden y los términos de realización de la misma para las diferentes personas a quienes está dirigida. Por otro lado, esta técnica de entrevista es una guía de asuntos a tratar en el encuentro, otorgando margen al entrevistador para adicionar otros aspectos que considere relevantes para obtener un buen producto de la comunicación. Asimismo, la técnica de esta entrevista se encuentra conceptualizada como una conversación entre dos personas denominadas entrevistador y entrevistado, y tiene por objetivo intercambiar información (Hernández *et al.*, 2010).

En este estudio se seleccionó la entrevista semiestructurada por ser una guía abierta y no necesariamente delimitada por preguntas estructuradas. La entrevista se llevó a cabo de manera presencial con una de las mujeres fundadoras y líder de la empresa, esto permitió el abordaje a diversos componentes esenciales con preguntas alineadas a diversas dimensiones, por ejemplo: actividades clave, recursos clave, propuesta de valor, relación con los clientes, canales de distribución, segmento de mercado, fuentes de ingreso y estructura de costes, todos estos factores del modelo de negocio Canvas (Osterwalder y Pigneur, 2009).

En este estudio, la entrevista se grabó mediante video y audio con un dispositivo móvil y posteriormente se procedió al análisis e interpretación de la información mediante el apoyo de la herramienta de diseño gráfico Lienzo de Canvas con enfoque tradicional y, posteriormente con la perspectiva de economía circular, aplicando el uso de inteligencia artificial para posteriormente obtener resultados y conclusiones al caso de estudio.

Elaboración de modelo Canvas de la microempresa Conservas, 1998 con un enfoque tradicional

El modelo Canvas es una herramienta de modelo de negocio que describe cómo una organización crea, entrega y captura valor. Diseñado por Alexander Osterwalder e Yves Pigneur en 2009 y el modelo se ha aplicado en empresas como IBM, Ericsson, Deloitte, Obras Públicas y Servicios Gubernamentales de Canadá, por mencionar algunas. Asimismo, se encuentra constituido por nueve bloques que muestran la lógica de cómo una empresa planea generar ganancias. Los nueve bloques cubren las cuatro áreas principales de un negocio: a) clientes, b) oferta, c) infraestructura y d) finanzas (Osterwalder y Pigneur, 2009).

A continuación, se definen cada uno de los bloques del modelo Canvas y se describen las características que posee cada uno de ellos de acuerdo con la información proporcionada por la microempresa Conservas, 1998:

1. **Segmento de clientes (SC):** “Define los diferentes grupos de personas u organizaciones que una empresa pretende alcanzar y servir” (Osterwalder y Pigneur, 2009, p. 20). Para el caso de Conservas,

1998, los principales clientes son el turismo de interior. Según las Recomendaciones Internacionales para las Estadísticas del Turismo (RIET, 2008), el turismo de interior “incluye las actividades realizadas por un visitante residente en el país de referencia, como parte de un viaje turístico interno o un viaje turístico emisor” (RIET 2008, párr. 2.39). En este sentido, el turismo de interior que llega a Conservas, 1998 lo hace a través de los servicios de turismo del Estado de Guanajuato, puesto que Guanajuato fue declarado Patrimonio Cultural de la Humanidad el 9 de diciembre de 1988 por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO, por sus siglas en inglés) y, posteriormente se insertó en el Programa de Pueblos Mágicos (PPM) cuyo objetivo general es “fomentar el desarrollo sustentable de las localidades poseedoras de atributos de singularidad, carácter y autenticidad a través de la puesta en valor de sus atractivos, representados por una marca de exclusividad y prestigio teniendo como referencia las motivaciones y necesidades del viajero actual” (SECTUR, 2023). La empresaria externó en la entrevista de campo que los clientes llegan a través de los recorridos turísticos y algunos de ellos son originarios del norte y sur del país. Asimismo, a corto, mediano y largo plazo se visualiza que los clientes se pueden diversificar en las siguientes dos subcategorías para segmentar el mercado: la segmentación por comportamiento, relacionada con necesidades específicas y cómo se usa un determinado producto, ya que la empresaria comentó que un chef les solicitó que elaboraran una mermelada de cebolla para utilizarla en sus platillos con carnes rojas y, la segmentación del mercado por ubicación. En este sentido, se observa en el contexto local que el turismo de interior se podría incentivar principalmente de ocho estados, de acuerdo con las doce nuevas rutas aéreas del Aeropuerto Internacional del Guanajuato publicadas el pasado 26 de mayo de 2023, por el Gobernador del Estado de Guanajuato, el Lic. Diego Sinhue Rodríguez Vallejo en su cuenta oficial de *Twitter*. Las doce rutas aéreas comenzaron a operar a partir del 07 de julio de 2023 con la aerolínea de Volaris. A saber: Acapulco, Oaxaca, La Paz, Veracruz, Los Mochis, Culiacán, Tuxtla Gutiérrez, Torreón, Ciudad Obregón, Hermosillo, Mazatlán y Zihuatanejo (Rodríguez, 2023).

2. **Propuestas de valor (PV):** “Describe el paquete de productos y servicios que crean valor para un segmento de clientes específico” (Osterwalder y Pigneur, 2009, p. 22). Al respecto, la empresaria expresa que su propuesta de valor se encuentra en el proceso artesanal de sus productos, que no contienen conservadores: todo es natural. Así también, atienden, en las medidas de sus posibilidades las necesidades del cliente por ejemplo, el chef anteriormente mencionado. Además comenta que realizan pequeñas canastas para que las mermeladas puedan trasladarlas vía terrestre o aérea a nivel nacional sin que se les rompan. Es importante resaltar que

las Conservas, 1998 obtuvieron el distintivo de la Marca Guanajuato, este es un distintivo de origen que busca estimular el desempeño y la competitividad de las empresas guanajuatenses, el cual, es expedido por el Instituto Mexicano de Normalización y Certificación, A. C. (IMNC) (Marca GTO, 2018). De acuerdo con Osterwalder y Pigneur (2009), las propuestas de valor anteriormente mencionadas contienen los siguientes dos elementos: a) personalización, puesto que adaptan sus productos a las necesidades de los clientes y b) marca/estatus, dado que se puede encontrar valor en la exclusividad de las conservas.

3. **Canales (C):** “El bloque de construcción de canales describe cómo una empresa se comunica y llega a sus segmentos de clientes para entregar una propuesta de valor. Los canales de comunicación, distribución y ventas comprenden la interfaz de una empresa con los clientes” (Osterwalder y Pigneur, 2009, p. 26). Tocante al tema, la empresaria manifestó que sus productos los venden de manera directa, a reserva de que también poseen una página en Facebook y a raíz de la pandemia de la COVID-19, inició con los pedidos por Whatsapp. En lenguaje de Osterwalder y Pigneur (2009) los canales descritos se clasifican en canales propios directos. A continuación, se describen las fases del canal de acuerdo con los autores:

Fase 1. Consciencia (Información): dar a conocer los productos y servicios de la empresa (Osterwalder y Pigneur, 2009). En este caso, las empresarias cuentan con una página de Facebook y Whatsapp.

Fase 2. Evaluación: facilitar la evaluación de nuestra propuesta de valor realizada por nuestro segmento de mercado (Osterwalder y Pigneur, 2009). La evaluación es propiamente cualitativa pues cuentan con un buzón de quejas y sugerencias o bien, de viva voz cuando llegan a la tienda.

Fase 3. Compra: ¿Cómo se puede adquirir nuestro producto o servicio? (Osterwalder y Pigneur, 2009). Actualmente, las conservas se pueden adquirir *in situ*, es decir, acudiendo al local directamente, puesto que después de la pandemia no han tenido oportunidad de ir a las ferias o exposiciones a promocionar sus productos.

Fase 4. Entrega: es la forma como se entrega la propuesta de valor (Osterwalder y Pigneur, 2009). Como ya se mencionó, la entrega del producto es directa.

Fase 5. Posventa: servicios de atención ofrecidos después de que se llevó a cabo la venta (Osterwalder y Pigneur, 2009). De acuerdo con la información proporcionada, se manifestó el seguimiento del cliente con el chef que les pidió que hicieran la mermelada de cebolla y los clientes que les pidieron que hicieran las siguientes combinaciones de mermeladas: Jamaica con chile chipotle y mango con chile habanero.

4. **Relaciones con los clientes (RCI):** “(...) describe los tipos de relaciones que una empresa establece con segmentos de clientes específicos” (Osterwalder y Pigneur, 2009, p. 28). Como ya se ha mencionado, las relaciones con los clientes son de manera directa, puesto que acuden a la tienda, pues su ubicación geográfica es muy estratégica. En palabras de Osterwalder y Pigneur (2009), las categorías en las que se clasifican las RCI son: a) asistente personal, debido a que la relación se basa en la interacción humana; los clientes se comunican con las cinco socias en el punto de venta para obtener ayuda durante el proceso de venta o después de que se complete la compra y b) asistencia personal dedicada, ya que la relación implica dedicar atención a un cliente individual (el chef); ello representa un tipo de relación más profunda e íntima y normalmente se desarrolla durante un largo periodo de tiempo (Osterwalder y Pigneur, 2009, p.29).
5. **Flujo de ingresos (FI):** “(...) representa el activo que una empresa genera de cada cliente” (Osterwalder y Pigneur, 2009, p. 30). De acuerdo con lo expresado en la entrevista de campo, se infiere que el valor principal por el que están dispuestos a pagar las conservas es porque los productos no contienen conservadores y el proceso es netamente artesanal. Además, algunos clientes vuelven por ellos. El pago es principalmente en efectivo o mediante terminal electrónica. Es importante mencionar que, derivado de la pandemia, perdieron a su cliente principal que les compraba dos toneladas y media de mermelada de fresa. También, tuvieron pérdidas principalmente en los licores, pues estos productos por ser meramente artesanales se encontraban en estado de fermentación. Además, perdieron el registro ante la Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA, por sus siglas en inglés). Por lo tanto, la empresa actualmente trabaja para pagar la deuda. De acuerdo con Osterwalder y Pigneur (2009) y por lo anteriormente descrito, el mecanismo de precios se clasifica en precio fijo del menú, puesto que los precios predefinidos se basan en variables estáticas. Asimismo, toda vez que los precios de las conservas son fijos, este tipo de precios se denomina: precio de lista.
6. **Recursos claves (RC):** “(...) describe los activos más importantes necesarios para que un modelo de negocio funcione” (Osterwalder y Pigneur, 2009, p. 34). De acuerdo con la clasificación que presentan los autores en el Modelo Canvas, a continuación, se describen los principales activos de Conservas, 1998:

Físicos: el local comercial ubicado estratégicamente en la zona turística de la Sierra de Santa Rosa, Guanajuato; la licuadora industrial, los estantes para la exhibición de los productos, el celular, la estufa y los instrumentos de trabajo para la elaboración artesanal de las conservas, los envases de vidrio de las conservas, por mencionar los más importantes.

Intelectuales: los recursos claves intelectuales son tres de acuerdo con Osterwalder y Pigneur (2009), la marca Conservas, 1998, el grado de escolaridad alcanzado a nivel básico pues poseen primaria y/o secundaria terminada y la formación adicional que recibieron de las estudiantes de Ingeniería en alimentos hace 25 años para la elaboración de las mermeladas, los licores, los almíbares y los escabeches, así como la elaboración de la composta.

Humanos: las cinco socias de la microempresa y seis trabajadores.

Financieros: no fueron mencionados en la entrevista.

7. **Actividades clave (ACC):** “(...) describe las cosas más importantes que una empresa debe hacer para que su modelo de negocio funcione” (Osterwalder y Pigneur, 2009, p. 37). Las actividades claves de esta microempresa son la compra de los insumos de las frutas y/o verduras en la Central de Abastos de Irapuato, Guanajuato o con los proveedores de la Sierra de Santa Rosa que venden las frutas de temporada para la elaboración de las mermeladas, escabeches, jamoncillos y licores. La elaboración artesanal de las conservas, la venta directa de los productos elaborados y el seguimiento postventa a los clientes frecuentes. Por tanto, de acuerdo con Osterwalder y Pigneur (2009) las actividades clave se clasifican en actividades de producción, principalmente.
8. **Asociaciones clave (AC):** “(...) describe la red de proveedores y socios que hacen que el modelo de negocio funcione” (Osterwalder y Pigneur, 2009, p. 38). De acuerdo con la tipología del modelo Canvas, en Conservas, 1998 se identifican dos tipos diferentes de asociaciones: a) Alianzas estratégicas entre no competidores; en este caso con las instituciones públicas como lo son la Universidad de Guanajuato y el Gobierno del Estado. De la primera reciben la formación necesaria para llevar a cabo la elaboración de sus productos y de la segunda, los fondos económicos para el negocio y el distintivo de la Marca Guanajuato. Y, b) relaciones entre comprador y proveedor para asegurar suministros confiables, los cuales ya se han mencionado con anterioridad.
9. **Estructura de costo (EC):** “(...) describe todos los costos incurridos para operar un modelo comercial” (Osterwalder y Pigneur, 2009, p. 40). Al respecto de este bloque, como tal, la empresaria no proporcionó información. Sin embargo, por lo anteriormente expuesto se infiere que la estructura de costos es la siguiente. **Ingresos:** ingreso por ventas de productos de mermeladas y conservas. **Costos directos:** materia prima e ingredientes utilizados; envases y etiquetas; mano de obra de producción. **Costos indirectos:** mantenimiento de equipo e instalaciones; servicios para operar (energía eléctrica, agua, gas, etc); gastos de venta (sueldos de personal de ventas); gastos de

participación en ferias; gastos administrativos (salarios, equipo de oficina); Gastos financieros (pago de deuda e intereses).

Con base a esta síntesis e interpretación de las entrevistas aplicadas, en la tabla 1 se presenta el lienzo del modelo CANVA actual para la empresa Conservas 1998.

Tabla 1. Lienzo Canvas para la MiPYME Conservas 1998 con enfoque tradicional

Área de Negocio	Bloque Canvas	Descripción
Cientes	(1) Segmento de mercado / Clientes [SM].	a) Compradores nacionales: Turismo de interior, principalmente del norte y sur de México. b) Clientes específicos: Chefs y Compradores profesionales.
Oferta	(2) Propuesta de valor [PV].	a) Productos artesanales naturales. b) Distintivo "Marca Guanajuato". c) Productos específicos a solicitud de los clientes.
Infraestructura	(3) Canales [C].	Canales propios directos: a) Venta directa en el local comercial. b) Página de Facebook. c) WhatsApp.
Cientes	(4) Relación con los clientes [RCI].	a) De asistencia personal: Turismo de interior. b) De asistencia personal dedicada: Chefs y compradores profesionales.
Finanzas	(5) Flujo de ingresos [FI].	a) Venta directa de las conservas. b) El pago es en efectivo o mediante terminal electrónica.
Infraestructura	(6) Recursos claves [RC].	Activos principales: a) Local comercial con ubicación geográfica estratégica en la Sierra de Santa Rosa, Gto. b) Herramientas de trabajo artesanales. c) 25 años de experiencia en la elaboración de las conservas.
Infraestructura	(7) Actividades claves [AC].	Actividades de producción: a) Compra de insumos en la Central de Abastos de Irapuato. b) Proveedores de la Sierra de Santa Rosa, Gto. para las frutas de temporada. c) Elaboración artesanal de las conservas. d) Venta de las conservas. e) Seguimiento de clientes.
Infraestructura	(8) Asociaciones clave / Socios claves [ACC].	a) Alianzas estratégicas entre no competidores: a.1) Universidad de Guanajuato. a.2) Gobierno del Estado de Guanajuato. b) Relaciones entre comprador y proveedor para asegurar suministros confiables: b.1) Central de Abastos de Irapuato, Gto. b.2) Proveedores de los huertos de la Sierra de Santa Rosa.

Finanzas	(9) Estructura de costes [EC].	<p>a) Costos directos: Materia prima e ingredientes utilizados; envases y etiquetas; mano de obra de producción.</p> <p>b) Costos indirectos: Mantenimiento de equipo e instalaciones; servicios para operar (energía eléctrica, agua, gas, etc); gastos de venta (sueldos de personal de ventas); gastos de participación en ferias; gastos administrativos (salarios, equipo de oficina); gastos financieros (pago de deuda e intereses).</p>
----------	--------------------------------	---

Fuente: desarrollo del modelo CANVA a partir del trabajo de campo.

Elaboración de Modelo Canvas de la microempresa Conservas, 1998 con un enfoque de economía circular

Una vez elaborado el lienzo que sintetiza el modelo actual de la MiPYME “Conservas 1998”, se procede a realizar una reflexión sobre los cambios que deben aplicarse en el modelo para incorporar el enfoque de Economía Circular en las diferentes áreas y bloques del modelo Canvas. Para realizar esta actividad, el equipo de investigación procedió a elaborar una serie de “Prompts” o instrucciones a la herramienta de IA ChatGPT para generar una lluvia de ideas y propuestas alineadas a este enfoque, que fueron analizadas, ajustadas o rechazadas para proceder con nuevos prompts, hasta tener una respuesta satisfactoria alineada a los postulados ya expuestos de un modelo de negocio con enfoque de economía circular. A continuación, se presenta nuevamente las reflexiones en cada aspecto del modelo y posteriormente se presenta en la tabla 02, un nuevo lienzo Canvas aplicando el enfoque de economía circular

1. **Segmento de clientes (SC):** si bien los segmentos de clientes seguirán siendo turistas con perfil de turismo interior, se enfatiza que los productos a los que se tiene acceso son elaborados con un enfoque de respeto al medioambiente y de apoyo a los productores locales. Es decir, ahora se adiciona un perfil al turista comprador que es una persona sensible al desarrollo de la economía local y de cuidado del medioambiente. Esto se logrará al informar a todos los clientes que lleguen al punto de venta en la sierra de Guanajuato, que tendrán una experiencia de consumo de apoyo al equilibrio ecológico ya que se utilizan etiquetas elaboradas con productos que respetan al medioambiente, además del uso de envases son biodegradables.

Para el sector de compradores profesionales como los chefs y restaurantes, se implementa un sistema de reciclaje de los envases de cristal, ya que es más factible que estos compradores recurrentes puedan realizar el envío de envases vacíos para que puedan ser reciclados.

2. **Propuestas de valor (PV):** tradicionalmente la propuesta de valor es el proceso artesanal de sus productos, dado que no contienen conservadores. Todo es natural. Ahora se adiciona como valor agregado que todo el proceso de producción es sensible al cuidado del medioambiente, a partir de sus envases biodegradables o reciclados, apoyo a la economía local y el aprovechamiento de los desperdicios del proceso para la elaboración de composta o abono a productos vegetales.
3. **Canales (C):** si bien su canal principal es la venta directa en su local comercial, así como el uso de Facebook y WhatsApp para levantar pedidos, ahora se adicionarán dos redes más, creación de perfiles en Instagram y Tiktok de Conservas 1998. El objetivo principal será la publicación y divulgación de contenido educativo sobre prácticas sostenibles, consejos para reducir el desperdicio de alimentos, técnicas de compostaje etc. así como adoptar un estilo de vida más respetuoso con el medioambiente. Es decir, realizar un proceso de mercadotecnia (MKT) para conocer mejor a sus clientes y educar sobre las prácticas sustentables. Esta labor será realizada como servicio social por estudiantes de áreas afines a las tecnologías de información y comunicación y MKT, de la Universidad de Guanajuato, aprovechando las relaciones claves que se tiene con esta institución educativa.
4. **Relaciones con los clientes (RCI):** en este bloque del modelo Canvas, es donde se identifica un cambio significativo para incorporar la filosofía de la economía circular, ya que no sólo se centra en las relaciones presenciales que se dan en el punto de venta o en la atención a clientes especiales, sino que a partir del uso de la redes sociales (RRSS) se inicia una interacción con los clientes de tipo educativo y de sensibilización, ya sea con clientes recurrentes o potenciales, ya que estos nuevos canales no buscan “vender” los productos, sino “informar y sensibilizar” sobre las prácticas que se aplican en Conservas 1998 para proteger el medioambiente, como lo es el reciclado de envases de cristal, el uso de envases en materiales biodegradables, la elaboración de composta con los desechos de fruta y muchas otras acciones más. Aquel sector social que tenga acceso a estos contenidos y que comparta la importancia del cuidado del medioambiente, se convertirán en nuevos clientes potenciales, y finalmente la venta se podrá dar en el local presencial o bien en los canales electrónicos orientadas para venta como WhatsApp o Facebook.
5. **Flujo de ingresos (FI):** tradicionalmente el flujo de ingresos para esta MiPYME proviene exclusivamente de las ventas de sus productos como mermeladas y jaleas. Sin embargo, cuando la herramienta de IA ChatGPT puso como un área de oportunidad

la elaboración de composta a partir de los desechos de las frutas trituradas; y al investigar el proceso de elaboración, se identificó que aparte de los desechos de la fruta se requiere agregar hojas secas y un poco de tierra para elaborar la composta. Estos dos productos se pueden obtener de manera libre en el lugar donde se encuentra Conservas 1998, es decir en la Sierra de Guanajuato. De esta manera, siguiendo un procedimiento que no requiere invertir en maquinaria especializada, es factible generar en unos cuantos meses composta de origen natural, muy valorada comercialmente ya que no incorpora ningún tipo de producto químico, para que pueda ser comercializada en pequeños contenedores de material biodegradable también, esto como una línea adicional de productos de esta empresa la cual le generan una nueva fuente de ingresos.

6. **Recursos claves (RC):** el ejercicio de revisión de los recursos clave para transitar hacia una economía circular, se mantiene como recurso clave su ubicación en una zona con alta incidencia del denominado turismo interno, quienes constituyen aproximadamente el 80% de sus clientes. Pero adicionalmente, con la incorporación de nuevos subproductos como la composta natural a partir de las cáscaras molidas de fruta, la ubicación de esta empresa en la Sierra de Santa Rosa, Guanajuato, es un recurso clave que proporciona una ventaja competitiva a Conservas 1998 en su enfoque de economía circular. La abundancia de hojas secas y tierra en la zona permite desarrollar y comercializar la composta natural, lo que contribuye a la sostenibilidad, el aprovechamiento de residuos y la reducción del impacto ambiental, consolidando la imagen de la empresa como una entidad comprometida con prácticas respetuosas con el entorno natural.
7. **Actividades clave (ACC):** adicionalmente a las actividades clave ya descritas en el modelo tradicional Canvas, como lo es la compra de fresas en la central de abastos de Irapuato, así como la compra de frutas de temporada con los proveedores ubicados en la misma Sierra de Santa Rosa Guanajuato, se adiciona la elaboración de la composta de origen natural, ya que como se ha mencionado tendría un impacto económico en la generación de nuevas líneas de ingreso y además tendría un impacto cultural significativo al proyectar la imagen del cuidado del medioambiente a través de la reutilización de los desperdicios. Sin embargo, para lograr esto, una actividad clave será la formación y capacitación en los procedimientos y metodologías para elaborar este sub-producto, el cual nuevamente, así como fueron capacitadas por estudiantes de la licenciatura en Ingeniería de alimentos hace más de 25 años, ahora se requiere el acompañamiento de alumnos de la

disciplina adecuada para formarse y capacitarse en la elaboración de composta a partir del uso de sus desperdicios de fruta.

8. **Asociaciones clave (AC):** si bien en este aspecto del modelo Canvas no hay una nueva asociación clave con la perspectiva de economía circular, es importante señalar que con base a las reflexiones del equipo donde se han incorporado elementos relevantes en otros aspectos del modelo, se consolida la importancia de una asociación clave que ya existía, la asociación con la Universidad de Guanajuato. Esto es relevante ya que esta vinculación le da la oportunidad a Conservas 1998 de generar un aprendizaje en torno al proceso de fabricación de la composta a partir de los desperdicios de las frutas usadas para la elaboración de las mermeladas. Adicionalmente será también relevante esta asociación para el manejo de los contenidos formativos y de sensibilización hacia el cuidado del medioambiente con una perspectiva de economía circular, los cuales podrán realizar alumnos de esta institución educativa. En los dos casos mencionados, esta asociación es clave ya que no les representa ninguna erogación monetaria, ya que estas actividades serían realizadas como parte del servicio social de los alumnos seleccionados.
9. **Estructura de costo (EC):** a partir de la incorporación de la filosofía de economía circular, la estructura de costos cambia significativamente, tanto en la ponderación que tienen algunos rubros así como la incorporación de nuevos rubros de ingresos. De esta manera la nueva estructura de costos sería la siguiente: Ingresos por venta por los productos de mermeladas y conservas; ingresos por la venta de composta natural fabricada con los desperdicios; costos directos: Materia prima e ingredientes utilizados; envases y etiquetas; mano de obra de producción. Costos indirectos: Mantenimiento de equipo e instalaciones; servicios para operar (energía eléctrica, agua, gas, etc); gastos de venta (sueldos de personal de ventas); gastos de participación en ferias; gastos administrativos (salarios, equipo de oficina); gastos financieros (pago de deuda e intereses).

Adicionalmente la perspectiva de economía circular, les permitirá reducir sus costos directos en el rubro de envases, ya que el costo de un envase biodegradable es aproximadamente la tercera parte del costo de un envase de vidrio (33%-35% menos). Además, que, en la entrega de productos a compradores profesionales como los chefs, el costo del envase se reduce un 80% ya que se estarían utilizando el reciclaje de los envases.

Con base a la reflexión de la incorporación de la filosofía de economía circular en la empresa Conservas 1998, se ha

generado un nuevo lienzo de Canvas, el cual se muestra en la tabla 2. Es importante mencionar que el apoyo de la herramienta de IA ChatGPT ha sido fundamental, ya que la información que proporciona esta herramienta a partir de un prompt o instrucción, se basa en la combinación de conocimientos generales sobre economía circular, prácticas sostenibles y modelos de negocio, junto con los detalles específicos que se proporcionan sobre la empresa y su contexto.

Es importante tener en cuenta que, aunque estas herramientas pueden ser muy útiles, siempre es recomendable combinar el conocimiento generado por la IA con la experiencia humana y la toma de decisiones informada por un equipo conformado por humanos que conocen el campo específico de la empresa. Las herramientas como ChatGPT pueden proporcionar información valiosa, pero es esencial analizar y adaptar esa información a las necesidades y circunstancias particulares de cada negocio.

En la tabla 2 que se presenta, se indican en letra “negrita” los principales cambios que han sido incorporados en este ejercicio.

Tabla 2. Lienzo Canvas para la MiPYME Conservas 1998 con enfoque de Economía Circular

Área de Negocio	Bloque Canvas	Descripción
Clientes	(1) Segmento de mercado / Clientes [SM].	a) Compradores nacionales: Turismo de interior, personas que buscan experiencias locales y respetuosas con el medioambiente, al usar envases de cartón reciclables. b) Clientes específicos: Chefs y compradores profesionales que acceden a reciclar sus envases de cristal.
Oferta	(2) Propuesta de valor [PV].	a) Productos artesanales naturales y elaborados cuidando el medioambiente. b) Distintivo “Marca Guanajuato”. c) Productos específicos a solicitud de los clientes. d) Composta natural elaborada con materiales reciclados del proceso de elaboración de mermeladas y jaleas.
Infraestructura	(3) Canales [C].	Canales propios tanto para venta como para mensajes educativos sobre educación ambiental.: a) Venta directa en el local comercial. b) Perfiles de Facebook, Instagram y Tiktok para contenido educativo c) WhatsApp para ventas con clients recurrentes.
Clientes	(4) Relación con los clientes [RCI].	a) De asistencia personal: Turismo de interior. b) De asistencia personal dedicada: Chef. c) Se establece una interacción con los clientes de tipo educativo y de sensibilización del cuidado del medioambiente.

Finanzas	(5) Flujo de ingresos [FI].	a) Venta directa de las conservas. b) El pago es en efectivo o mediante terminal electrónica. c) Venta de composta natural para abono de plantas.
Infraestructura	(6) Recursos claves [RC].	Activos principales: a) Local comercial con ubicación geográfica estratégica en la Sierra de Santa Rosa, Gto. b) Herramientas de trabajo artesanales. c) 25 años de experiencia en la elaboración de las conservas. d) Acceso a insumos naturales disponibles en la sierra de Santa Rosa (hojas secas y tierra) para la elaboración de composta natural.
Infraestructura	(7) Actividades claves [AC].	Actividades de producción: a) Compra de insumos en la Central de Abastos de Irapuato. b) Proveedores de la Sierra de Santa Rosa, Gto. para las frutas de temporada. c) Elaboración artesanal de las conservas. d) Venta de las conservas. e) Seguimiento de clientes. f) Elaboración artesanal de composta natural.
Infraestructura	(8) Asociaciones clave / Socios claves [ACC].	a) Alianzas estratégicas entre no competidores: a.1) Universidad de Guanajuato. a.2) Gobierno del Estado de Guanajuato. b) Relaciones entre comprador y proveedor para asegurar suministros confiables: b.1) Central de Abastos de Irapuato, Gto. b.2) Proveedores de los huertos de la Sierra de Santa Rosa.
Finanzas	(9) Estructura de costes [EC].	a) Ingresos por venta de mermeladas y de composta natural. b) Costos directos: Materia prima e ingredientes utilizados; envases y etiquetas; mano de obra de producción. b) Costos indirectos: Mantenimiento de equipo e instalaciones; servicios para operar (energía eléctrica, agua, gas, etc); gastos de venta (sueldos de personal de ventas); gastos de participación en ferias; gastos administrativos (salarios, equipo de oficina); gastos financieros (pago de deuda e intereses).

Nota. Desarrollo del modelo CANVA a partir de la información proporcionada por la herramienta de IA y las adaptaciones del equipo de trabajo.

Discusión

La transformación de un modelo de negocio tradicional hacia un modelo de negocio con enfoque de economía circular, es un proceso complejo que implica cambios significativos en la forma en que la organización opera y genera valor. Esto implica en primera instancia, que los propietarios, empleados y colaboradores comprendan los fundamentos de la economía circular, los cuales pueden ser sintetizados en las acciones de “reducir, reutilizar, reciclar y regenerar”. De la misma forma, también es fundamental el compromiso de los directivos para este cambio, así como el ejercicio de un liderazgo transformacional, es decir un liderazgo que inspire y genera las condiciones para que el equipo de trabajo esté motivado para a la búsqueda de la innovación. Sin embargo, para una MiPYME este proceso de cambio,

queda acotado por limitaciones en los recursos disponibles, así como la inversión necesaria en capacitación para generar espacios de colaboración y generación de ideas innovadoras. De la misma manera, se requiere que las personas de la organización participantes, tengan un profundo conocimiento de la realidad del negocio, sus productos o servicios y mercado objetivo.

Es aquí donde entra en escena la herramienta ChatGPT, ya que, como modelo generador de texto basado en inteligencia artificial, puede comprender, procesar y generar texto de alto impacto sobre diversos temas, a partir del procesamiento de prompts o instrucciones en lenguaje natural que le proporciona el usuario. De esta manera, durante el trabajo de campo de este proyecto, los investigadores le proporcionaban a ChatGPT información sobre el estado actual del negocio y se le solicitaba a la herramienta de IA que generara texto incluyendo ideas nuevas e innovadoras para avanzar a una filosofía de economía circular. Otro factor muy relevante para transformar el modelo de negocio de Conservas 1998 de un enfoque tradicional a una de economía circular, fue la utilización del modelo de negocio CANVA, ya que permite definir de manera específica los nueve diferentes aspectos de un negocio.

El uso de ChatGPT ofreció en este caso de estudio diferentes ventajas. La primera se relaciona con el hecho que no es necesario “capacitar” a esta herramienta de IA, sobre los conceptos de economía circular o el modelo de negocio CANVA, ya que toda la información necesaria sobre estos conceptos ya la tiene incorporada en sus fuentes de datos. De esta manera, cuando se le solicitaba a ChatGPT la generación de ideas innovadoras relacionadas con alguno de los nueve aspectos del modelo CANVA, la herramienta de IA ya “sabía” que estamos tomando como referencia el modelo CANVA, además de que ya “comprende” los postulados de economía circular.

De esta manera el reto de los investigadores fue solamente el de depurar, ajustar y seleccionar las diferentes propuestas que la IA proporcionaba para cada elemento del modelo, aplicando el enfoque de economía circular. Es por esto que surgió la propuesta de elaborar composta artesanal, ya que ChatGPT “conocía” que la elaboración de mermeladas genera mucha materia natural (cáscaras y gabazo de las frutas) útil para la elaboración de composta. De esta manera surgieron las ideas de envases de cartón reciclables o el reciclado de envases de cristal para los clientes frecuentes, tal como se detalla en la tabla 2.

Si el ejercicio de transformar el modelo de negocio de Conservas 1998 de un enfoque tradicional a un enfoque con economía circular, aún con el uso del modelo CANVA como instrumento auxiliar, se hubiera realizado sin el uso de la IA, hubiera requerido conformar un equipo multidisciplinario de expertos en los campos de gastronomía, agricultura sostenible, diseño sostenible etc. lo cual hubiera implicado un alto costo que la MiPYME “Conservas 1998” no hubiera podido solventar.

Reflexión final

La filosofía de economía circular representa una valiosa oportunidad para las MiPYMES de iniciar un cambio significativo hacia prácticas empresariales más sostenibles y duraderas. Es un enfoque que va más allá de simplemente reducir, reutilizar y reciclar; es una transformación que abraza la responsabilidad ambiental y social como parte integral de su modelo de negocio.

Las MiPYMES son una parte vital de la economía y tienen un impacto significativo en las comunidades en las que operan. Al adoptar principios de economía circular, estas empresas pueden convertirse en agentes de cambio positivo, reduciendo su huella ecológica y contribuyendo al bienestar de la sociedad. Es un camino que no solo beneficia al planeta, sino que también puede ser fuente de diferenciación y competitividad en un mercado cada vez más consciente y exigente.

En este contexto, el uso de herramientas de IA, como ChatGPT, es una aliada estratégica para las MiPYMES que buscan innovar y generar ideas frescas y efectivas para implementar la economía circular en su modelo de negocio. ChatGPT tiene la capacidad de recopilar y sintetizar las mejores prácticas de economía circular, a partir de los prompts o indicaciones proporcionadas por los equipos de trabajo. Esto permite a las empresas acceder a una amplia base de conocimientos y soluciones, adaptadas a sus necesidades y contexto particular.

Al incorporar el uso de chatGPT en sus procesos de toma de decisiones, las MiPYMES pueden agilizar y enriquecer su estrategia de sostenibilidad, accediendo a ideas innovadoras que podrían no haber considerado previamente. La inteligencia artificial potencia la capacidad de encontrar soluciones más creativas y viables, lo que resulta en ventajas competitivas y en una mayor resiliencia frente a los desafíos económicos y medioambientales.

Sin embargo, es fundamental destacar que la inteligencia artificial es solo una herramienta y no reemplaza el conocimiento humano ni el compromiso de los equipos de trabajo. La verdadera transformación hacia la economía circular requiere de un enfoque holístico y participativo, en el que cada miembro de la empresa contribuya con su experiencia y creatividad.

El inicio del cambio hacia una filosofía de economía circular en las MiPYMES es una oportunidad para trascender en su impacto positivo en el mundo. La combinación del enfoque de economía circular y el uso de herramientas de inteligencia artificial como ChatGPT ofrece un camino poderoso para la generación de ideas, estrategias y soluciones con un enfoque sostenible y duradero. Es momento de aprovechar la tecnología en beneficio del planeta y de las generaciones futuras, transformando a las empresas en motores de una economía más responsable y consciente.

Referencias

- Acevedo, E., Serna, A., y Serna, E. (2017). Principios y características de las redes neuronales artificiales. *Desarrollo e Innovación en Ingeniería*, Serna, E. (Coord). Antioquia Editorial.
- Creswell, J. (2007). *Qualitative Inquiry and research desing*. Choosing Amog Five Approaches. Thousand Oaks, California: Sage Publications, Inc.
- Damián, A. (2015). Crisis global, económica, social y ambiental. *Estudios demográficos y urbanos*, 30(1), 159-199. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0186-72102015000100159&lng=es&tlng=es.
- Gobierno del Estado de Guanajuato. (2021). Estrategia Valle de la Mentefactura Guanajuato. *Boletines Guanajuato 14-junio-2021*.
- Hernández, F. (2010). *Metodología de la Investigación*. México: Mc Graw Hill.
- Martens, D. (2007). Transformative Paradigm: Mixed Methods and Social Justice. *Journal of mixed Methods Research*, 1(3), 212-225.
- Pascual, López A. (2016). *Una Introducción a la Economía Circular* en <https://www.iicv.net/blog/una-introduccion-a-la-economia-circular-2/>.
- Ortiz, L. y Guevara, A. (2021). Inteligencia artificial e igualdad de género. Un análisis comparado entre la UE, Suecia y España. Fundación Alternativas.
- Vidal, M., Carnota, O., y Rodríguez, A. (2019). Tecnologías e innovaciones disruptivas. *Educación Médica Superior*, 33(1), e1745.
- KPMG (2019). Economía circular, sí o sí. *KPMP Tendencias*. <https://www.tendencias.kpmg.es/claves-decada-2020-2030/economia-circular-sostenibilidad/>.
- Stake, R. (1995). *The Art of Case Study Research*. Thousand Oaks, C.A: Sage.

Sitios web

- <https://foodandtravel.mx/conservas-santa-rosa-una-dulce-parada-en-la-carretera/>.
- <https://www.eluniversalqueretaro.mx/ciencia-y-tecnologia/05-11-2017/la-dulce-mermelada-de-guanajuato>.

https://alimentandolainocuidad.com/la-industria-alimentaria-y-la-economia-circular/#Que_es_la_economia_circular.

<https://www.tendencias.kpmg.es/claves-decada-2020-2030/economia-circular-sostenibilidad/>.

Instrumento de medición de trabajo decente y sustentabilidad en la empresa Telefónica: Estudio de caso, aplicación y alineación

Juana María Huerta González*
Rosa Elia Martínez Torres**
Patricia Rivera Acosta***

***ORCID:** <https://orcid.org/0000-0003-0434-2115>; **ResearchGate:** <https://www.researchgate.net/profile/Juana-Huerta-GonzalezRosa-Elia-Martinez-Torres>

Maestra en Administración por la Universidad Autónoma de San Luis Potosí; Departamento de Ciencias Económico Administrativas, Instituto Tecnológico de San Luis Potosí, TecNM, México.

****ORCID:** <https://orcid.org/0000-0001-8936-9207>; **ResearchGate:** <https://www.researchgate.net/profile/Rosa-Martinez-Torres>

Doctora en Gestión por la Universidad de Lodz, Polonia; Departamento de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Mecatrónica, Instituto Tecnológico de San Luis Potosí, TecNM, México.

*****ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-8254-0005>;
ResearchGate: <https://www.researchgate.net/profile/Patricia-Acosta-4>

Doctora en Administración por la Universidad Autónoma de Zacatecas. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores. Departamento de Ciencias Económico Administrativas, Instituto Tecnológico de San Luis Potosí, TecNM, México.



Resumen

La pandemia de COVID-19 ha resaltado la necesidad de mejorar las condiciones laborales en un entorno económico desafiante. Organizaciones internacionales colaboran para crear empleos productivos alineadas con los Objetivos de Desarrollo Sostenible —ODS— de la Agenda 2030. En México, la falta de estrategias laborales adecuadas y la inapropiada implementación por parte de las empresas afectan negativamente a los trabajadores y al desarrollo económico. Esta investigación examina la relación entre trabajo decente y sustentabilidad en la empresa Telefónica, utilizando un estudio de caso y un instrumento alineado con estándares sostenibles y la legislación laboral, respaldados por el ODS 8. Su propósito es promover el trabajo decente y evaluar la percepción de los empleados. Enfocándose en el crecimiento de Telefónica, se miden indicadores clave de trabajo decente bajo la metodología alineada con el ODS 8 y la Norma Mexicana NMX-R-025-SCFI-2015. Se evalúa la implementación del instrumento, validando su confiabilidad y comprendiendo de la relación entre empleados y trabajo decente/sustentabilidad. Además, se analiza el cumplimiento de la empresa con estándares legales y el ODS 8. Para establecer estrategias que promuevan un trabajo digno y sostenible beneficiando a los empleados y contribuyendo al crecimiento de la organización en el mediano plazo.

Introducción

El presente trabajo analiza la relación entre el concepto de trabajo decente y la integración de principios sustentables en el entorno laboral de la empresa Telefónica a través de un estudio de caso detallado. La comprensión de esta interacción es esencial en el contexto actual, donde la convergencia entre prácticas laborales justas y sostenibles cobra relevancia. El estudio se basa en la implementación de un instrumento de medición de trabajo decente alineado con elementos sustentables propuesto por Martínez *et al.*, 2022. También se respalda en la revisión de la legislación laboral y se vincula al Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) número 8, que promueve

Abstract

The COVID-19 pandemic has highlighted the need to improve working conditions in a challenging economic environment. International organizations collaborate to create productive jobs in line with the Sustainable Development Goals -SDG- of the 2030 Agenda. In Mexico, the lack of adequate labor strategies and inappropriate implementation by companies negatively affect workers and economic development. This research examines the relationship between decent work and sustainability in the Telephone company, using a case study and an instrument aligned with sustainable standards and labor legislation, supported by SDG 8. Its purpose is to promote decent work and evaluate the perception of the employees. Focusing on Telephone's growth, key decent work indicators are measured under a methodology aligned with SDG 8 and the Mexican Standard NMX-R-025-SCFI-2015. The implementation of the instrument is evaluated, validating its reliability and the understanding of the relationship between employees and decent work/sustainability. In addition, the company's compliance with legal standards and SDG 8 is analyzed. To establish strategies and promote decent and sustainable work that benefits employees and contributes to the growth of the organization in the medium term.

el crecimiento económico inclusivo y sostenible, así como el trabajo decente para todos.

El objetivo central del estudio es contribuir a la formalización y promoción del trabajo decente en Telefónica, mediante la aplicación de un instrumento para medir la percepción de los trabajadores sobre diversos aspectos laborales. La metodología adoptada es un estudio de caso que implementa un diagnóstico basado en dicho instrumento. Además de estar vinculado con la legislación laboral, se alinea con los principios del ODS 8, buscando establecer una conexión entre prácticas laborales justas y sustentabilidad.

Telefónica, empresa especializada en la comercialización de dispositivos de comunicación, comprende la importancia de mantener un ambiente laboral propicio para el crecimiento y desarrollo de sus 28 empleados. La organización busca un crecimiento continuo y se ha fijado objetivos ambiciosos en el ámbito comercial y de servicio al cliente.

El estudio mide diversos indicadores relacionados con el trabajo decente, incluyendo salarios, condiciones laborales, seguridad y salud ocupacional, desarrollo profesional y personal, igualdad de oportunidades, entre otros. A través del instrumento, se evalúa si la empresa fomenta un entorno de trabajo digno y sustentable, alineado con los principios del ODS 8.

En las conclusiones principales, se destaca el promover un trabajo digno y sostenible beneficia a los empleados y contribuye al crecimiento y éxito de la organización a mediano plazo. Las recomendaciones derivadas del estudio sugieren estrategias concretas que fortalecerán la comprensión y consolidación del concepto de trabajo decente en la empresa, estableciendo las bases para un futuro laboral más justo y sostenible.

Consideraciones teóricas

El concepto de trabajo decente se refiere a un entorno laboral seguro, ético y sostenible para todos los trabajadores. Esto implica brindar oportunidades de desarrollo, salarios justos, capacitación y fomento a la equidad de género, además de la eliminación de la discriminación. A pesar de que la ONU busca reducir la pobreza, el modelo económico global a menudo ejerce presión sobre las empresas para disminuir empleos debido a los tratados comerciales. La Organización Internacional del Trabajo (OIT) actúa como mediadora entre gobiernos, trabajadores y empleadores al establecer normas laborales vinculantes. Los convenios de la OIT influyen en las leyes y prácticas empresariales. Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) también respaldan el trabajo decente como parte esencial para lograr la prosperidad y abordar problemas laborales y de discriminación (Vega, 2022).

En este sentido, el concepto de trabajo decente propone cuatro pilares esenciales que buscan garantizar un entorno laboral equitativo y sostenible.

El primer pilar, llamado “oportunidades de empleo”, enfatiza la importancia de crear y mantener empleos dignos y productivos para todos, promoviendo la igualdad de acceso. El segundo pilar, denominado “derechos laborales”, se concentra en asegurar condiciones laborales seguras y saludables, así como en garantizar los derechos fundamentales de los trabajadores, incluyendo la libertad de asociación y la no discriminación. El tercer pilar, conocido como “protección social”, resalta la necesidad de proporcionar cobertura de seguridad social para los trabajadores en áreas como atención médica, jubilación y protección contra eventualidades como el desempleo o accidentes laborales. Finalmente, el cuarto pilar, denominado “diálogo social”, enfatiza la colaboración activa entre trabajadores, empleadores y el gobierno en la formulación de políticas laborales y sociales, promoviendo una gestión más efectiva y justa de las condiciones laborales (Organización Internacional del Trabajo - OIT).

El Objetivo de Desarrollo Sostenible número 8 (ODS 8) de la Agenda 2030 de las Naciones Unidas se centra en promover el crecimiento económico sostenible, el empleo pleno y productivo, así como el trabajo decente para todos. Este objetivo busca garantizar condiciones laborales justas, seguras y saludables, y promover la igualdad de oportunidades mientras se elimina la explotación laboral en todas sus formas (Naciones Unidas, 2015). Aunque no se centra directamente en la sustentabilidad ambiental, incluye elementos relacionados con la sostenibilidad en el trabajo, como asegurar condiciones laborales justas, promover la igualdad de género en el empleo y fomentar la protección de los derechos laborales. Los principios fundamentales del ODS 8 abordan aspectos económicos, sociales y ambientales en el ámbito laboral. Se destaca la importancia de un crecimiento económico que respete las necesidades futuras, el empleo de calidad para el desarrollo de habilidades, la equidad en el acceso al trabajo y el respeto por los derechos laborales básicos. Además, se considera el impacto social y ambiental positivo de las actividades económicas y se enfatiza la responsabilidad empresarial en la promoción de condiciones laborales justas y el desarrollo económico sostenible. En conjunto, estos principios reflejan la visión de la Agenda 2030 de un trabajo y una economía más justos y sostenibles.

En este contexto, la Norma Mexicana NMX-R-025-SCFI-2015, también conocida como “Sistemas de gestión de seguridad y salud en el trabajo - Requisitos”, establece los requisitos mínimos de seguridad y salud en el trabajo, con el objetivo de prevenir accidentes y enfermedades laborales. Esta norma es aplicable a todas las empresas en México sin importar su tamaño o sector, y busca asegurar que los trabajadores cuenten con condiciones laborales seguras y saludables (Secretaría del Trabajo y Previsión Social, 2015).

La relación entre el Objetivo 8 de los ODS y la norma NMX-R-025-SCFI-2015 es significativa, ya que ambos tienen como meta fundamental promover el trabajo decente y garantizar condiciones laborales adecuadas. El ODS 8 busca abordar la precariedad laboral, la falta de empleo digno y la explotación

laboral, mientras que la norma mexicana se enfoca en establecer requisitos para la gestión de la seguridad y salud en el trabajo.

La implementación de la norma NMX-R-025-SCFI-2015 puede contribuir directamente al logro del ODS 8. Al establecer requisitos para la identificación y control de riesgos laborales, la norma busca prevenir accidentes y enfermedades relacionadas con el trabajo, lo cual es fundamental para garantizar condiciones laborales seguras y saludables. Al proporcionar directrices claras sobre cómo gestionar la seguridad y salud en el trabajo, la norma ayuda a las empresas a crear un entorno laboral más seguro y promover prácticas laborales responsables.

Además, la norma NMX-R-025-SCFI-2015 aborda aspectos relacionados con la promoción de la igualdad de oportunidades y la no discriminación en el ámbito laboral. Establece la necesidad de implementar medidas para prevenir y eliminar cualquier forma de discriminación en el trabajo, lo cual es coherente con el enfoque inclusivo del ODS 8. La relación entre el ODS 8 y la norma mexicana se fortalece cuando se considera la importancia de la responsabilidad empresarial en la promoción del trabajo decente. Las empresas que cumplen con la norma y adoptan prácticas responsables en materia de seguridad y salud en el trabajo contribuyen al desarrollo sostenible y al bienestar de sus empleados. Esto incluye la implementación de sistemas de gestión de seguridad y salud, la capacitación de los trabajadores, la promoción de un ambiente laboral seguro y la participación activa de los empleados en la toma de decisiones relacionadas con la seguridad y salud en el trabajo.

Metodología

Para la conformación de un estudio de caso, se realiza un diagnóstico a través de la implementación de un instrumento de medición de trabajo decente alineado a elementos sustentables formulado por Martínez *et al.* (2022). Este instrumento está diseñado en cinco etapas que conforman un proceso sistemático para evaluar la relación entre trabajo decente y sustentabilidad en el contexto normativo de México y conforme a los ODS de la ONU. El proceso incluye la conceptualización, la identificación de elementos, la representación matricial, la construcción del instrumento con 13 ítems y la validación, asegurando la integridad y eficacia del instrumento en la investigación. Los objetivos en este estudio son: evaluar la implementación del instrumento de trabajo decente alineado con elementos sustentables en una empresa de telefonía celular. Comprobar la validez y confiabilidad del instrumento en la medición de la percepción de los encuestados respecto al trabajo decente y la sustentabilidad y contribuir a la formalización de un trabajo de campo que proporcione información relevante y orientación para promover el trabajo decente en la empresa, alineado con el Objetivo de Desarrollo Sostenible 8.

Se aplicó un censo a la empresa de telefonía celular que implica recopilar datos de cada individuo de la población objetivo, debido a que se necesita una comprensión detallada y precisa de todos los miembros de la empresa para obtener resultados más precisos y generalizables de las percepciones de trabajo decente y, así, obtener una imagen completa para alinear los elementos de sustentabilidad. El instrumento antes mencionado consta de 13 ítems propios de medición que evalúan la interacción entre empleados y organizaciones en términos de trabajo decente y sustentabilidad, se basa en los niveles de percepción del encuestado y se utiliza para medir la ejecución de políticas y programas relacionados con el trabajo decente. Las respuestas deben ser connotaciones numéricas que representen el rango de:

Consolidado (91-100): existe colaboración empresa-gobierno a través de políticas públicas en función de trabajo decente.

Competente (76-90): promueven la ejecución de programas de trabajo decente en las estrategias directivas.

Preparado (61-75): cumplen con elementos de trabajo decente promovidos por la normatividad nacional y las sugerencias de la ONU mediante el cumplimiento del ODS 8.

En su aplicación se identificó cierta confusión en la comprensión de las respuestas por parte de los trabajadores y dificultad en cuanto a la evaluación mediante los rangos establecidos en relación a los niveles asociados de aceptación y grado avanzado de cumplimiento. Por ello, se adaptaron los rangos en una escala ordinal de Likert de intervalos con las siguientes categorías: totalmente en desacuerdo, en desacuerdo, indiferente, de acuerdo y totalmente de acuerdo. También se omitió el enunciado trece debido a la falta de un sindicato.

El objetivo de la investigación es determinar si la pequeña empresa de telefonía celular promueve el trabajo decente y cómo se relaciona con el cumplimiento de los indicadores del ODS 8 utilizando un enfoque de investigación mixta. Mediante un cálculo estadístico de control, se observará si las percepciones de los trabajadores están dentro de los límites establecidos en una escala de satisfacción, o si hay frecuencia de respuestas positivas o negativas. Esto permitirá responder: cómo se relacionan las percepciones de los empleados con la interacción entre empleados y organización en términos de trabajo decente y sustentabilidad y, hasta qué punto la empresa cumple con los elementos de trabajo decente promovidos por la normatividad nacional y las sugerencias de la ONU a través del ODS 8. Además proporcionará pautas estratégicas para promover el trabajo decente en áreas de mejora y oportunidades de desarrollo.

Caso de estudio: Medición de trabajo decente alineado al ODS 8

Contexto de la empresa de telefonía celular: unidad de análisis

La empresa de telefonía celular se dedica al comercio “al por menor” de teléfonos y otros aparatos de comunicación, así como a la venta de refacciones y accesorios relacionados. Está ubicada en Fuente del Sol No. 130, col. Balcones del Valle, San Luis Potosí, S.L.P y tiene una antigüedad de 9 años en el mercado local.

En la actualidad, la empresa está conformada por 28 trabajadores, lo que indica que es una organización de pequeño tamaño en el ámbito comercial. Para lograr su objetivo de crecimiento en ventas, la empresa reconoce la importancia de mantener un clima laboral positivo y alinear sus prácticas laborales con el concepto de trabajo decente.

La proyección que establece para los próximos cinco años está sujeta a los objetivos que ha establecido como organización:

Lograr cubrir el servicio de abastecimiento de telefonía celular, así como atender la demanda de Internet satelital.

Difundir, capacitar y asistir a los clientes para lograr una mejor comercialización de su amplio rango de productos y servicios.

Contar con una fuerza de ventas profesional capaz de atender y brindar servicio directamente al consumidor final en todos los productos y servicios.

El enfoque principal es atender específicamente la región del Bajío y todos sus municipios.

Basándose en estos objetivos, la empresa es consciente de la importancia de medir indicadores y parámetros que sean evaluados de manera formal. Por ello, muestra flexibilidad para llevar a cabo estudios sobre medioambiente, organización y operación con el fin de establecerse como una empresa alineada legal, económica y socialmente dentro de la sociedad potosina.

Una de las acciones incluidas en su plan estratégico de crecimiento es la participación en grupos de investigación y difusión de conocimientos. Tras establecer un convenio con el Cuerpo Académico 7 del Instituto Tecnológico de San Luis Potosí, la empresa proporciona información general y brinda la oportunidad de realizar estudios de investigación que fortalecen los vínculos entre lo comercial y lo educativo, arrojando en primera instancia alternativas de mejora. Por ende, este documento presenta a la empresa de telefonía celular como unidad de análisis.

Preparación de la medición del caso de estudio

Se utilizó un muestreo de aceptación, que consiste en evaluar a un grupo homogéneo a través de un censo al total de los trabajadores para decidir la aceptación o el rechazo. El estadístico se emplea para trazar las líneas en el gráfico y determinar si el proceso se encuentra dentro de los límites de control establecidos (Ruiz, 2006).

Partiendo de la plantilla de personal de la unidad de análisis, se conformó un censo que abarca la totalidad de 28 trabajadores, se obtienen las siguientes características: el 41% son mujeres y el 59% son hombres; el 48% de los trabajadores tienen 42 años o más, el 19% tiene entre 41 y 37 años, el 26% tiene entre 36 y 25 años, y el 7% tiene entre 24 y 18 años. Los trabajadores se distribuyen en 14 puestos de trabajo: administración y logística, analista de ventas, auxiliar de analista de ventas, compras y almacén, contabilidad, coordinador de ventas, dirección administrativa, dirección comercial, facturista, jefa de recursos humanos, mesa de control, responsable de estadísticas, vendedor de ruta y administrador.

En términos de antigüedad, los trabajadores se distribuyen proporcionalmente: 12% tienen 11 años de antigüedad, el 27% tienen entre 10 y 8 años de antigüedad, el 23% tienen entre 7 y 5 años de antigüedad, el 19% tienen entre 4 y 2 años de antigüedad, y el 19% tienen 1 año de antigüedad. En relación con la escolaridad, el 11% tiene un grado de maestría, el 56% tiene licenciatura, el 30% tiene bachillerato y el 3% tiene secundaria.

Análisis puntual de las respuestas obtenidas del instrumento

Se analiza el trabajo decente con el propósito de determinar si la unidad de análisis garantiza a los trabajadores un empleo digno, seguro y bien remunerado, con acceso a protección social y la oportunidad de participar en la toma de decisiones que afectan sus condiciones laborales, y su relación con el Objetivo 8 de los ODS.

Según la medición realizada, en relación con el salario equitativo en función de las funciones desempeñadas, se observa que la aceptación es justa en relación con el esfuerzo, nivel de dedicación, habilidades y responsabilidades que implican los distintos puestos de trabajo. Los puestos de administración y logística, analista de ventas, auxiliar de analista de ventas, contabilidad, coordinador de ventas, dirección administrativa, dirección comercial, mesa de control, responsable de estadísticas, vendedor de ruta y administrador se encuentran en la parte superior y media del límite, lo que indica acuerdo con la aceptación. Por otro lado, los puestos de compras y almacén y jefa de recursos humanos se ubican en la parte inferior del límite, indicando desacuerdo.

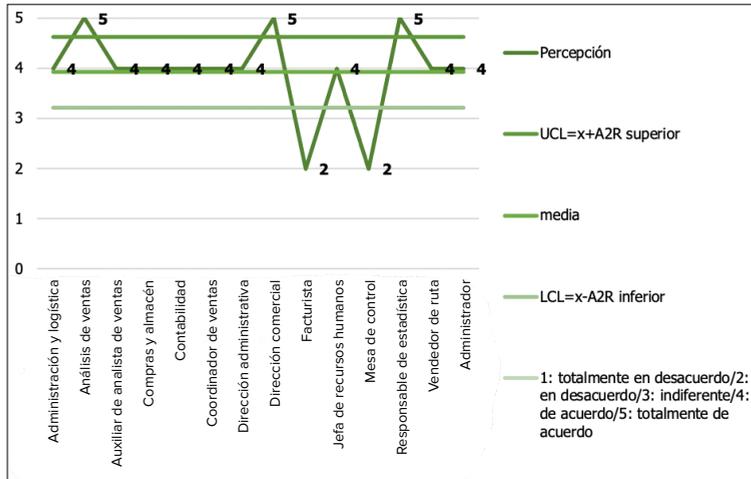
En relación con las horas dedicadas al empleo, se observa que la unidad de análisis respeta las regulaciones establecidas por la legislación laboral en términos de cumplimiento normativo. Los puestos que se encuentran en la parte superior y media del límite muestran acuerdo y total acuerdo en relación con la aceptación. Estos puestos incluyen administración y logística, analista de ventas, auxiliar de analista de ventas, compras y almacén, contabilidad, coordinador de ventas, dirección administrativa, dirección comercial, mesa de control, responsable de estadísticas, vendedor de ruta y administrador. Por otro lado, el puesto de facturista se encuentra en la parte inferior del límite, indicando desacuerdo.

En cuanto a las condiciones laborales en su conjunto, se percibe que la unidad de análisis cumple con las normas y regulaciones establecidas en aspectos como seguridad y salud laboral, pago de salarios justos, cumplimiento de horas de trabajo y derechos laborales. Los puestos de administración y logística, analista de ventas, auxiliar de analista de ventas, compras y almacén, contabilidad, coordinador de ventas, dirección comercial, mesa de control, responsable de estadísticas, vendedor de ruta y administrador muestran acuerdo y total acuerdo en la parte superior del límite. En cambio, los puestos de dirección administrativa, facturista y mesa de control se encuentran en la parte inferior del límite, indicando desacuerdo e indiferencia.

La unidad de análisis ofrece oportunidades de formación y desarrollo profesional a sus empleados a través de programas de capacitación y desarrollo. Los puestos de dirección comercial y responsable de estadísticas aceptan totalmente que reciben capacitación. Los puestos que se encuentran en la parte superior y media del límite, con un acuerdo y total acuerdo en la aceptación, son: administración y logística, analista de ventas, auxiliar de analista de ventas, contabilidad, coordinador de ventas, dirección administrativa, facturista, jefa de recursos humanos, vendedor de ruta y administrador. Por otro lado, los puestos de compras y almacén y mesa de control se encuentran en la parte inferior del límite, indicando desacuerdo e indiferencia.

En cuanto a la percepción de estabilidad económica proporcionada por el trabajo, se observa que los puestos de analista de ventas, dirección comercial y responsable de estadísticas están en la parte superior y media del límite, mostrando acuerdo y total acuerdo en la aceptación. Los puestos que se encuentran en la media con un acuerdo y total acuerdo de aceptación son: administración y logística, auxiliar de analista de ventas, contabilidad, compras y almacén, coordinador de ventas, dirección administrativa, jefa de recursos humanos, vendedor de ruta y administrador. En la parte inferior del límite, indicando desacuerdo, se ubican los puestos de facturista y mesa de control (figura 1).

Figura 1. Ítem: *el empleo proporciona estabilidad económica y laboral*



Fuente: Elaboración propia con base en los resultados del instrumento.

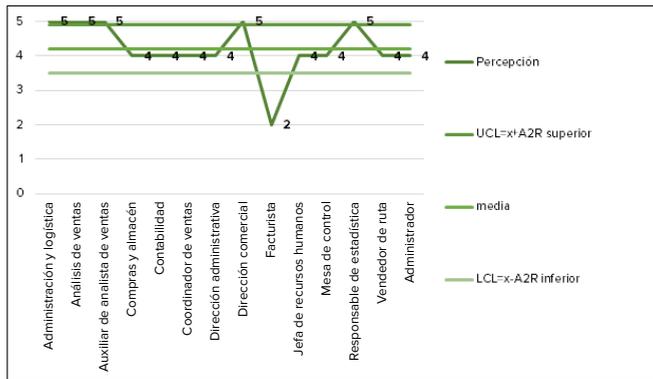
Brindar al trabajador protección y respaldo en casos de enfermedad, lesiones o situaciones que puedan afectar su capacidad de trabajo, de acuerdo con la legislación laboral, sitúa a la unidad de análisis con puestos en el límite superior, asumiendo un total acuerdo en: administración y logística, analista de ventas, auxiliar de analista de ventas, contabilidad, coordinador de ventas, dirección administrativa, dirección comercial, jefe de recursos humanos, responsable de estadística, vendedor de ruta y administrador. Los puestos de compras y almacén, mesa de control y facturista se encuentran en la parte inferior del límite, mostrando desacuerdo e indiferencia.

La unidad de análisis otorga al trabajador beneficios económicos adicionales al sueldo base y la oportunidad de descansar y disfrutar de tiempo libre. Una aceptación total y un acuerdo con las prestaciones laborales sitúan a los puestos en el límite superior y medio: administración y logística, analista de ventas, auxiliar de analista de ventas, contabilidad, coordinador de ventas, dirección administrativa, dirección comercial, jefe de recursos humanos, responsable de estadística, vendedor de ruta y administrador. Los puestos de compras y almacén, mesa de control y facturista se encuentran en la parte inferior del límite, mostrando acuerdo.

Se fomenta la privacidad de los empleados, la confidencialidad de información personal y la protección de imagen y reputación. Este ítem muestra una aceptación total en acuerdo con la valoración del trabajador, situando a los puestos en el límite superior: administración y logística, analista de ventas, auxiliar de analista de ventas, dirección comercial y responsable de estadística; dentro del límite de la media se encuentra contabilidad, coordinador de ventas, dirección administrativa, jefe de recursos humanos,

vendedor de ruta y administrador. Los puestos de compras y almacén, mesa de control y el puesto de facturista se encuentran en la parte inferior del límite, mostrando desacuerdo. (figura 2).

Figura 2. Ítem: *La integridad personal es respetada, valorada por todos los miembros de la organización*



Fuente: Elaboración propia con base en los resultados del instrumento.

Se promueve un ambiente inclusivo y libre de discriminación. La aceptación total y el acuerdo sugieren que los puestos dentro del límite de aceptación son: administración y logística, analista de ventas, auxiliar de analista de ventas, dirección comercial y responsable de estadística. Dentro del límite de la media se encuentran: contabilidad, coordinador de ventas, dirección administrativa, jefa de recursos humanos, vendedor de ruta y administrador. Los puestos de compras y almacén, mesa de control y el puesto de facturista se encuentran en la parte inferior del límite, mostrando desacuerdo.

El trabajador ha experimentado situaciones en las que ha sido objeto de acoso en cualquier ámbito, incluido el laboral. Los puestos en el límite superior con una percepción de acuerdo son: administración y logística y jefe de recursos humanos; dentro del límite de la media con acuerdo se encuentran: contabilidad, coordinador de ventas, dirección administrativa, vendedor de ruta y administrador. Los puestos de compras y almacén, mesa de control se ubican en el límite superior. Por su parte, los puestos de: analista de ventas, auxiliar de analista de ventas, dirección comercial y responsable de estadística se encuentran en los límites medios con desacuerdo e indiferencia. Finalmente, los puestos que se encuentran en la parte inferior del límite son: compras y almacén, contabilidad, dirección comercial y responsable de estadística.

El trabajador percibe que sus derechos fundamentales como la libertad de expresión y el trato justo e igualitario están siendo respetados. Los puestos que se encuentran dentro del límite medio y superior muestran una percepción total de acuerdo y acuerdo, estos son: administración y logística, analista

de ventas, auxiliar de analista de ventas, compras y almacén, contabilidad, dirección comercial, coordinador de ventas, dirección administrativa, facturista, jefe de recursos humanos, responsable de estadística, vendedor de ruta y administrador. El puesto de mesa de control se ubica en la parte inferior del límite, mostrando indiferencia.

El ambiente laboral armónico que presenta la unidad de análisis, basado en la apertura para escuchar las opiniones de los empleados y la promoción de la libertad de expresión, muestra una aceptación total en los puestos que se encuentran en el límite superior y medio: administración y logística, analista de ventas, contabilidad, dirección comercial, responsable de estadística, auxiliar de analista de ventas, coordinador de ventas, dirección administrativa, jefe de recursos humanos, vendedor de ruta y administrador. Los puestos de compras y almacén y mesa de control son indiferentes y el puesto de facturista se ubica en la parte inferior del límite.

Diagnóstico a partir de los hallazgos en la aplicación del instrumento

Se realiza un conteo básico de manera general para ubicar a la unidad de análisis en la escala de consolidado, competente o preparado. La integración de los elementos medidos sugiere las siguientes reflexiones:

Los 28 trabajadores que ocupan los puestos de administración y logística, analista de ventas, auxiliar de analista de ventas, compras y almacén, contabilidad, coordinador de ventas, dirección administrativa, dirección comercial, jefa de recursos humanos, mesa de control, responsable de estadística y vendedor de ruta se encontraron en el límite superior de la media de aceptación en cuanto al cumplimiento de los elementos normativos del trabajo decente. Esto indica que la empresa a pesar de ser pequeña hacer esfuerzos significativos para cumplir con los elementos de trabajo decente garantizando condiciones laborales adecuadas.

Sin embargo, se identificó una discrepancia en la percepción del trabajador que ocupa el puesto de facturista, quien manifestó un desacuerdo en cuanto al cumplimiento de los elementos normativos del trabajo decente. Esta divergencia de percepciones puede indicar la existencia de áreas de mejora específicas en la gestión laboral relacionadas con este puesto en particular. Es importante tener en cuenta esta retroalimentación y abordar las preocupaciones planteadas por el trabajador para mejorar su experiencia laboral y garantizar un trato digno.

La unidad de análisis refleja en su conteo general 336 puntos. Con esta base numérica, se calculan las siguientes proporciones, categorizadas en nivel positivo (equivalencia a la escala tipo Likert 4 y 5) en 81.54% y en su nivel inferior (equivalencia a la escala tipo Likert 2 y 1) en un 10.11%. Se concluye que el nivel de comprensión debido a encontrarse entre un 76 y 90, la cataloga como una unidad de análisis competente.

Consideraciones con base en la medición realizada

Una vez que se ha definido la unidad de análisis en un nivel competente en cuanto a la comprensión e interpretación del trabajo decente, se concentran los hallazgos de relación de los elementos legislativos que lo comprenden y los elementos sustentables.

Se promueve un ambiente inclusivo y libre de discriminación, la aceptación total en acuerdo y de acuerdo sugieren los puestos dentro del límite de aceptación: administración y logística, analista de ventas, auxiliar de analista de ventas, dirección comercial, responsable de estadística. En el límite de la media: contabilidad, coordinador de ventas, dirección administrativa, jefa de recursos humanos, vendedor de ruta, administrador y, los puestos de compras y almacén, mesa de control, el puesto de facturista se encuentran en la parte inferior del límite en desacuerdo.

El trabajador ha experimentado situaciones en las que haya sido objeto de acoso en cualquier ámbito, incluido el laboral. Los puestos en el límite superior con una percepción de acuerdo son: administración y logística y jefe de recursos humanos, dentro del límite de la media de acuerdo son: contabilidad, coordinador de ventas, dirección administrativa, vendedor de ruta, administrador, los puestos de compras y almacén, mesa de control. Por su parte, dentro de los límites de la media en desacuerdo e indiferente se ubican los puestos de: analista de ventas, auxiliar de analista de ventas, dirección comercial, responsable de estadística y finalmente, los puestos que se encuentran en la parte inferior del límite en desacuerdo son: compras y almacén, contabilidad, dirección comercial, responsable de estadística.

El trabajador percibe que sus derechos como libertad de expresión, trato justo e igualitario fundamentales están siendo respetados, los puestos que se encuentran dentro de la media totalmente de acuerdo y de acuerdo son: administración y logística, analista de ventas, auxiliar de analista de ventas, compras y almacén contabilidad, dirección comercial, coordinador de ventas, dirección administrativa, facturista, jefe de recursos humanos, responsable de estadística, vendedor de ruta, administrador. El puesto de mesa de control se encuentra parte inferior del límite indiferente.

El ambiente laboral armónico que presenta la unidad de análisis, fundamentado en la apertura a escuchar las opiniones de los empleados y se fomenta la libertad de expresión, este elemento tiene una aceptación de totalmente de acuerdo con los puestos que se encuentran en el límite superior de la media y dentro de la media: administración y logística, analista de ventas, contabilidad, dirección comercial, responsable de estadística, auxiliar de analista de ventas, coordinador de ventas, dirección administrativa, jefe de recursos humanos, vendedor de ruta, administrador. Los puestos de compras y almacén y mesa de control son indiferentes y, en la parte inferior del límite se observa el puesto de facturista. (Tabla 1):

Tabla 1. Análisis de la unidad respecto del trabajo decente alineado a elementos sustentables

	Criterio Sustentable: ODS 8.	Elementos normativos acerca del trabajo decente.	Análisis de criterio sustentable: ODS 8 y elementos normativos acerca del trabajo decente.
8.2	Diversificación, modernización tecnológica e innovación, uso intensivo de mano de obra. Vs. Derechos laborales: Significa que los trabajadores deben gozar de condiciones laborales seguras y saludables, así como de la protección de sus derechos básicos, como el derecho a la libertad sindical, la negociación colectiva y la no discriminación.	<p>Las condiciones laborales están dentro de normatividad</p> <p>Existe discriminación por condiciones físicas, mentales de las personas.</p> <p>Recibe prestaciones que incluyan descanso, bonos económicos obligados y voluntarios</p> <p>Se otorga asistencia médica, incapacidades; seguridad laboral</p>	Las condiciones laborales de la unidad de análisis están de acuerdo con la legislación laboral y garantiza que los trabajadores gocen de un trabajo decente con derechos y protecciones básicas en su entorno laboral cumpliendo con el otorgamiento de los derechos laborales como; horarios de trabajo, descanso, protección contra la discriminación y acceso a prestaciones. Al asegurarse de que las condiciones laborales estén dentro de la normatividad, se brinda una base sólida para proteger los derechos de los trabajadores.
8.3	Políticas orientadas al desarrollo, creación de puestos de trabajo decentes, emprendimiento, creatividad e innovación; fomentar microempresas, pequeñas y medianas empresas, acceso a servicios financieros	<p>Recibe capacitación para mejorar funciones laborales</p> <p>Se considera el respeto a los Derechos Humanos</p> <p>Hay relación estrecha y cordial con los sindicatos.</p>	La unidad de análisis cumple con las capacitaciones conforme lo establece la Ley federal de trabajo incluido al trabajo decente con el fin de mejorar las habilidades y competencias de los trabajadores. Actualiza sus conocimientos y mejorar su desempeño en el puesto. Puede mejorar el garantizar que los trabajadores sean tratados con igualdad, dignidad y respeto a través de códigos de discriminación ni abusos, en la empresa no existe un sindicato por ser una pequeña empresa.
8.5	Empleo pleno y productivo y el trabajo decente para todas las mujeres y los hombres, incluidos jóvenes y personas con discapacidad; igualdad de remuneración por trabajo de igual valor	<p>Salario justo de acuerdo con el esfuerzo realizado</p> <p>Las horas dedicadas al empleo, está dentro de normatividad.</p> <p>Las condiciones laborales están dentro de normatividad</p> <p>Recibe capacitación para mejorar funciones laborales</p> <p>El empleo proporciona estabilidad económica y laboral</p> <p>Se otorga asistencia médica, incapacidades; seguridad laboral</p> <p>Recibe prestaciones que incluyan descanso, bonos económicos obligados y voluntarios</p> <p>La integridad personal es respetada, valorada por todos los miembros de la organización</p> <p>Existe ambiente laboral armónico; la Alta Dirección escucha opiniones y éstas son libres.</p>	<p>La unidad de análisis cumple la ley laboral creando un empleo decente con estabilidad económica, en términos de un salario justo y prestaciones adecuadas, estabilidad laboral, en términos de contratos seguros y protecciones laborales lo anterior proporciona un entorno de trabajo confiable y seguro. También otorga prestaciones protegiendo la salud y seguridad laboral, Además, las prestaciones que incluyen descanso y bonos económicos, tanto obligados como voluntarios, pueden contribuir a una mayor satisfacción y motivación laboral.</p> <p>La dirección de la empresa tiene apertura al escuchar las opiniones libres de expresión, los trabajadores perciben un ambiente armónico de respeto valoración e integridad.</p>

8.6	Reducir la proporción de jóvenes que no están empleados y no cursan estudios ni reciben capacitación	Salario justo de acuerdo con el esfuerzo realizado	La unidad de análisis ofrece trabajo decente a un 7% de jóvenes empleados con una escolaridad de secundaria que representa el 3% brinda oportunidad de empleo y formación. Al mismo tiempo, garantiza un salario justo, cumpliendo con la normatividad laboral, les proporciona capacitación y condiciones laborales equitativas para todos los trabajadores.
		Las horas dedicadas al empleo, está dentro de normatividad	
		Las condiciones laborales están dentro de normatividad	
		Recibe capacitación para mejorar funciones laborales	
8.7	Erradicar el trabajo forzoso, poner fin a la esclavitud, trata de personas y al trabajo infantil	Las condiciones laborales están dentro de normatividad	La unidad de análisis tiene establecido el cumplimiento de leyes y regulaciones que protegen los derechos humanos y laborales. Promoviendo el trabajo decente.
8.8	Derechos laborales y entorno de trabajo seguro, incluidos trabajadores migrantes, mujeres migrantes y personas con empleos precarios.	Salario justo de acuerdo con el esfuerzo realizado	La unidad de análisis cumple con el otorgamiento de un salario justo que es un componente importante de la normatividad laboral y forma parte del trabajo decente para garantizar condiciones laborales adecuadas y proteger los derechos de seguridad social de los trabajadores, del mismo modo ofrece acceso a servicios de atención médica, también promueve un entorno laboral seguro libre de acoso.
		Las condiciones laborales están dentro de normatividad	
		Se otorga asistencia médica, incapacidades; seguridad laboral	
		Existe discriminación por condiciones físicas, mentales de las personas.	
		Se ha sufrido de acoso dentro de la organización	
		Se considera el respeto a los Derechos Humanos	
Hay relación estrecha y cordial con los sindicatos			
8.10	Fomentar y ampliar el acceso a los servicios bancarios, financieros y de seguros para todos	El empleo proporciona estabilidad económica y laboral.	La unidad de análisis al otorgar un sueldo justo, descanso remunerado, bonos económicos forman parte del trabajo decente y permite que los trabajadores tengan acceso a los servicios y beneficios financieros.
		Recibe prestaciones que incluyan descanso, bonos económicos obligados y voluntarios	
8b	Estrategias para el empleo de los jóvenes y aplicar el Pacto Mundial para el Empleo de la OIT	Hay relación estrecha y cordial con los sindicatos	No existe sindicato, sin embargo se tiene apertura en la contratación de jóvenes con estudios de nivel básico, medio, superior trunco o concluidos, con o sin experiencia con el fin de promover el trabajo decente y productivo.

Fuente: Elaboración propia.

Este estudio también proporcionó pautas estratégicas para promover el trabajo decente en áreas de mejora y oportunidades de desarrollo, incorporando prácticas de la unidad de análisis para garantizar la promoción de empleos dignos y respetuosos, alineados con principios de sustentabilidad, tales como:

- a) Oportunidades de empleo: esto se relaciona con los principios del ODS 8 sobre empleo de calidad, desarrollo de habilidades y equidad en el acceso al trabajo. Ambos enfoques buscan la creación y el mantenimiento de empleos dignos y productivos para todos.
- b) Derechos laborales: esto coincide con el principio de respeto por los derechos laborales básicos del ODS 8. Ambos buscan garantizar condiciones laborales seguras y saludables, así como los derechos fundamentales de los trabajadores.
- c) Protección social: esto está relacionado con el principio de impacto social y ambiental positivo del ODS 8. Ambos se preocupan por proporcionar seguridad social a los trabajadores y promover su bienestar, así como por considerar el impacto social y ambiental de las actividades económicas.
- d) Diálogo social: esto se alinea con el principio de colaboración activa en la formulación de políticas laborales y sociales del ODS 8. Ambos enfoques promueven la cooperación entre trabajadores, empleadores y el gobierno para mejorar las condiciones laborales.

Lo anterior también permitió verificar la implementación de las regulaciones laborales, políticas y procedimientos laborales, sugiriendo la incorporación de prácticas sustentables.

A manera de resumen, se presentan pautas estrategias para promover escenarios de mejora internos y que se reflejen en la obtención de los principios del ODS 8 que la organización ha expresado (Tabla 2).

Tabla 2. Estrategias propuestas para la unidad de análisis

Criterio Sustentable: ODS 8.	Elementos Normativos acerca del trabajo decente.	Estrategias
Empleo		
8.2	La condiciones laborales están dentro de normatividad	Monitorear y cumplir riguroso de la legislación laboral vigente
8.5		Fomentar una cultura empresarial que valore y promueva el respeto a los derechos laborales.
8.6		Capacitación continua para los empleados y empleadores sobre sus derechos y responsabilidades laborales.
8.7		
8.8		

8.5	Salario justo de acuerdo con el esfuerzo realizado	Ejecutar un análisis comparativos de salarios en el mercado laboral para determinar si los salarios ofrecidos son competitivos y justos.
8.6		Asegurarse de que los salarios sean competitivos y estén alineados con las leyes laborales y los estándares del sector comercial.
8.8		
8.5	Las horas dedicadas al empleo, está dentro de normatividad.	Realizar un análisis exhaustivo de la estructura salarial de la organización, considerando el esfuerzo y las horas de trabajo requeridas para cada puesto.
8.6		
8.3	Recibe capacitación para mejorar funciones laborales	Identificar las necesidades de capacitación de todos los empleados a través de evaluaciones de desempeño y retroalimentación regular.
8.5		Promover la participación activa de los empleados en la capacitación, fomentando su motivación y responsabilidad en su propio desarrollo laboral.
8.6		
Protección social		
8.5	El empleo proporciona estabilidad económica y laboral	Fortalecer la protección laboral: Implementar y hacer cumplir leyes laborales sólidas que brinden protección a los trabajadores, como la regulación de contratos laborales, la seguridad social, el salario mínimo y la limitación de horas de trabajo. Esto proporcionará estabilidad en términos de salarios justos, beneficios y condiciones laborales.
8.10		
8.2	Se otorga asistencia médica, incapacidades; seguridad laboral	Establecer un sistema eficiente de registro y seguimiento de asistencia médica, incapacidades laborales y su correspondiente otorgamiento. Implementar un sistemas de gestión de seguridad y salud en el trabajo.
8.5		
8.8		
Derechos laborales		
8.2	Recibe prestaciones que incluyan descanso, bonos económicos obligados y voluntarios	Implementar un programas de reconocimiento y bonificaciones adicionales como incentivos para la productividad y el desempeño sobresaliente.
8.5		
8.10		
8.5	La integridad personal es respetada, valorada por todos los miembros de la organización	Implantar canales de comunicación efectivos para que los trabajadores puedan reportar cualquier violación a las condiciones laborales.

8.2	Existe discriminación por condiciones físicas, mentales de las personas.	Crear un mecanismos para recibir y gestionar denuncias de discriminación de manera confidencial y eficiente.
8.8		
8.3	Se considera el respeto a los Derechos Humanos	Instituir una política clara y explícita de respeto a los Derechos Humanos, que abarque principios como la no discriminación, la igualdad de oportunidades y el respeto a la dignidad de cada individuo.
8.8		
Diálogo social		
8.3	Hay relación estrecha y cordial con los sindicatos	Buscar soluciones consensuadas en caso de conflictos laborales, priorizando el diálogo y la búsqueda de acuerdos mutuamente beneficiosos sin necesidad de un sindicato.
8.8		
8b.		
8.5	Existe ambiente laboral armónico; la alta dirección escucha opiniones y éstas son libres	Realizar evaluaciones de clima laboral: Realizar periódicamente evaluaciones de clima laboral para medir la percepción de los empleados sobre el ambiente de trabajo y detectar posibles problemas o áreas de mejora. Utilizar los resultados de estas evaluaciones para implementar acciones correctivas y mejorar el ambiente laboral.

Fuente: Elaboración propia.

Recomendaciones

Se identificaron oportunidades de mejora en la gestión laboral para implementar acciones que aborden las brechas reconocidas y establezcan metas a mediano plazo para lograr un trabajo más digno y sostenible. Estas oportunidades incluyen:

- a) Crear oportunidades de empleo, garantizando la existencia de suficientes puestos de trabajo dignos y productivos. Esto implica promover la igualdad de oportunidades para todos los individuos. Para lograrlo, se requiere fomentar políticas que estimulen la creación de empleo y reduzcan las barreras para acceder al trabajo.
- b) Los derechos laborales desempeñan un papel crucial en el concepto de trabajo decente. Los trabajadores deben disfrutar de condiciones laborales seguras y saludables, así como tener garantizados sus derechos básicos. Esto incluye el derecho a la libertad sindical, que les permite unirse a sindicatos y participar en actividades sindicales para defender sus intereses colectivamente. Además, el derecho a la negociación colectiva resulta esencial para establecer acuerdos laborales justos y equitativos. La no discriminación debe ser una norma fundamental en todos los ámbitos laborales.

c) La protección social es un componente clave del trabajo decente. Todos los trabajadores deben tener acceso a la seguridad social, lo que implica contar con cobertura médica, protección en caso de desempleo y apoyo en situaciones de accidentes laborales. Asimismo, es importante garantizar la protección de la salud y el bienestar de los trabajadores a través de medidas de seguridad laboral adecuadas. La implementación de políticas que promuevan entornos laborales seguros y saludables también es fundamental.

d) El diálogo social es esencial para fomentar la participación activa de los trabajadores. Aunque siendo una pequeña empresa no cuente con un sindicato, el diálogo constructivo permite abordar los desafíos laborales y encontrar soluciones equitativas que beneficien a todas las partes involucradas. Esta participación activa contribuye a fortalecer las relaciones laborales, reducir los conflictos y promover un entorno laboral armonioso y justo.

Conclusiones

La implementación del instrumento de medición de trabajo decente alineado a elementos sustentables resultó altamente provechosa en el contexto laboral de la unidad de análisis. Esta utilidad se basa en la validación y confiabilidad del instrumento para evaluar la percepción de los encuestados sobre trabajo decente y sustentabilidad. La premisa subyacente radica en cómo las percepciones de los empleados se vinculan con la interacción empleado-organización en términos de trabajo digno y sostenibilidad. Se sostiene que todos los trabajadores, sin importar su ocupación, deben acceder a empleos productivos, equitativamente remunerados y que ofrezcan seguridad laboral y social.

A través de este estudio, se ha llevado a cabo un minucioso análisis y evaluación de las condiciones laborales, abarcando aspectos como horarios, salarios, seguridad y salud en el trabajo, así como igualdad de oportunidades. Los resultados obtenidos han posicionado a la empresa como una empresa competente en su sector.

La unidad de análisis si cumple con los elementos de trabajo decente según la normativa nacional y las sugerencias de la ONU a través del ODS 8. Sin embargo, se han identificado oportunidades de mejora en la gestión laboral, así mismo reconoce que promover el trabajo decente no solo beneficia a los empleados, sino que también contribuye a su crecimiento a mediano plazo. Centrarse en esto puede mejorar la satisfacción y el compromiso de los empleados, lo que puede aumentar la productividad y la calidad del servicio al cliente. Esto podría llevar a una mayor fidelización de los clientes, más ventas y fortalecimiento en el mercado. Los resultados obtenidos sirven para generar estrategias sostenibles basadas en las percepciones y necesidades de los empleados. Esto permite al director tomar acciones concretas y

efectivas en relación al entorno laboral, contribuyendo al fortalecimiento del concepto de trabajo decente y llevarlo a un nivel consolidado. Este enfoque impacta positivamente en la empresa y establece un ejemplo para otras organizaciones que busquen prácticas laborales más justas y sostenibles. que busca impulsar el crecimiento económico sostenible e inclusivo, así como el trabajo decente.

Referencias

- Estrella, M. y González, A. (2014), *Desarrollo sustentable, Un nuevo mañana*. Editorial Patria. México.
- Fondo Monetario Internacional. (2010). *Perspectivas de la economía Mundial*. 2010. World Economic Outlook. Washington.
- Fondo Monetario Internacional. (1980). *Perspectivas de la economía mundial – (Estudios económicos y financieros No. 1020-5071)*. HC10. W7979 84-640155 338.5'443'09048—dc19. AACR2 MARC-S. ISBN 978-1-58906-958-9.
- Gobierno de México, Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS). (2015). *Norma Mexicana NMX R 025 SCFI 2015 en Igualdad Laboral y No Discriminación 2015*. Recuperado de <https://www.gob.mx/inmujeres/acciones-y-programas/norma-mexicana-nmx-r-025-scfi-2015-en-igualdad-laboral-y-no-discriminacion>.
- Gobierno de México, Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS). (2015). Recuperado de <https://www.gob.mx/stps>.
- Hernández, R. (2014). *Metodología de la Investigación* (6ta Edición). McGrawHill.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2020). Comunicado de Prensa Núm. 285/20. Estadísticas a Propósito del Día de las Micro, Pequeñas Y Medianas Empresas (27 de junio) Datos Nacionales. Recuperado de <https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/aproposito/2020/MYPIMES20.pdf>.
- Martínez, R., y Bednarek, M. (2018). Fundamentos para la construcción de Instrumento Ambiental para la Industria Minero-metalúrgica. *Revista de Arquitectura y Diseño*, ECORFAN.
- Martínez, R., Ortega, P., Huerta, J., y Rivera, P. (2022). Instrumento de Trabajo Decente Alineado a Elementos Sustentables. En *Re Pensar la Agenda 2030: Tendencias de Sostenibilidad*.

- Naciones Unidas. (2015). Objetivo 8: Promover el crecimiento económico sostenido, inclusivo y sostenible, el empleo pleno y productivo y el trabajo decente para todos. Recuperado de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/trabajo-decente/>
- OECD. (2018). The State of Higher Education. París. Recuperado de <https://www.oecd.org/centrodemexico/medios/>
- Ruiz, A. (2006). Control Estadístico de Procesos. Apuntes. Universidad Pontificia Comillas, Madrid. Recuperado de <https://web.cortland.edu/matresearch/controlprocesos.pdf>
- Vega-Artavia, Nydia Isabel. 2022. «El Trabajo Decente, La Calidad De Vida En El Trabajo Y Sostenibilidad Laboral». Cuadernos De Administración 2 (1):169-77. <https://revistasecauned.com/index.php/cda/article/view/50>.

Influencia de la eco-innovación y desempeño competitivo sustentable de las pymes manufactureras

Javier Eduardo Vega Martínez *
María del Carmen Martínez Serna**
María del Carmen Bautista Sánchez ***

***ORCID:** <https://orcid.org/0000-0001-9599-9387>

Doctor en Ciencias Administrativas. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores. Profesor Investigador Universidad Autónoma de Aguascalientes.

****ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-9704-3853>

Doctora en Administración. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores. Profesor Investigador Universidad Autónoma de Aguascalientes.

*****ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-1858-4003>

Doctor en Ciencias Administrativas. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores. Profesor Investigador Universidad Autónoma de Aguascalientes.



Resumen

Dado el vertiginoso entorno competitivo y las necesidades de un cambio de estrategias y prácticas que guíen hacia la sustentabilidad, en este capítulo se presentará un análisis que permita explicar cómo influyen las actividades de eco-innovación en el desempeño competitivo sustentable en la industria manufacturera mediante una muestra de 108 pequeñas y medianas empresas (pymes) del estado de Aguascalientes. Para el trabajo de campo los directores o propietarios de las pymes respondieron a un cuestionario estructurado, la información recopilada fue analizada con la técnica de modelado de ecuaciones estructurales, los resultados señalan que la eco-innovación influye positiva y significativamente en el desempeño competitivo y sustentable en la pequeña y mediana empresa del sector de manufactura en Aguascalientes.

Palabras clave: *eco-innovación, sustentabilidad, pymes, industria manufacturera.*

Abstract

Given the dizzying competitive environment and the needs for a change in strategies and practices that guide towards sustainability, this chapter will present an analysis that explains how eco-innovation activities influence sustainable competitive performance in the manufacturing industry in a sample of 108 SMEs from the state of Aguascalientes. For the field work, the directors or owners of the SMEs responded to a structured questionnaire. They were analyzed with the structural equation modeling technique. The results indicate that eco-innovation has a positive and significant influence on the sustainable competitive performance of small and medium enterprises in the manufacturing sector in Aguascalientes.

Key words: *eco-innovation, sustainability, SMEs, manufacturing industry.*

Introducción

La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible de la ONU, requiere que los países desarrollen acciones para avanzar en temas de pobreza, protección ambiental y mejora en la calidad de vida de las personas. El invertir en economías sustentables permite que todas las personas obtengan mayor prosperidad, por ello la necesidad de buscar evidencia de la influencia positiva que ejerce la inversión y las actividades dirigidas a una innovación que permita incorporar soluciones a las necesidades del mercado con productos, procesos y sistemas de gestión más amigables con el ambiente, porque en función a ello se obtendrá un desempeño sustentable sin dejar de ser competitivo.

Las organizaciones requieren incorporar mecanismos para responder a la evolución que está sucediendo en el entorno, ya que además de responder a las políticas públicas establecidas para la búsqueda de un desarrollo sustentable, también el propio mercado preferirá productos más verdes. El desarrollo sustentable es definido como “el desarrollo capaz de satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades,” (ONU,

2015), esto requiere de manera integral armonizar la satisfacción de variables económicas, sociales y ambientales. Es necesario mostrar evidencia de que capacidades como la innovación de las empresas no están peleadas con la existencia de un mejor desempeño e incluso están impactando en un desempeño sustentable y competitivo. Es de esperar que los países establezcan marcos como políticas, planes y programas para la búsqueda del desarrollo sustentable.

En los tiempos actuales, el desempeño económico, necesita ir ligado al desempeño medioambiental y social. Sobre todo, por los requerimientos de las políticas gubernamentales que buscan generar productos y procesos que apoyen el cuidado del medioambiente así como las tendencias del mercado que busca productos y procesos más sustentables. Es por ello la necesidad de promover una innovación más verde creando soluciones a estas necesidades y generando evidencia del resultado en un desempeño más sostenible (Naruetharadhol, *et al.* 2021). La eco-innovación se identifica “cuando las firmas producen, asimilan, explotan un producto, proceso de producción, servicio o gestión o método de negocios nuevo para ellas” y tiene que ver no solamente con tecnologías bajas en carbón, requieren aprender nuevas cosas, crear nuevo conocimiento, valores, buscar reglas y capacidades, y dejar viejas prácticas (Kemp y Pearson, 2008, citado por Naruetharadhol *et al.*, 2021).

El estudio responde a la pregunta: ¿Las actividades eco-innovadoras influyen en el desempeño competitivo sustentable de las pymes del sector manufacturero del estado de Aguascalientes? El objetivo es mostrar evidencia empírica de la influencia positiva y significativa de la eco-innovación es el desempeño competitivo sustentable. A continuación se presenta una revisión de la literatura sobre los temas principales de este estudio, seguida de la metodología utilizada y finalmente la presentación de resultados y conclusiones.

Revisión de literatura

Eco-innovación

En los últimos años se ha reconocido la importancia de fomentar acciones medioambientales e iniciativas corporativas estratégicas enfocadas en prácticas de innovación que aseguren el desarrollo sustentable en las pequeñas y medianas empresas (pymes) (Leisen *et al.*, 2019; Fernando y Wah, 2017).

La eco-innovación, también conocida como innovación verde, ambiental o ecológica (Liao y Tsai 2019; Wang y Mohammad Shahb, 2022), se ha convertido en una práctica aplicada frecuentemente en la pequeña y mediana empresa debido a los cambios con los que se han enfrentado en su entorno, lo cual

influye en la efectividad para desempeñar actividades de eco-innovación (Pichlak y Szmoeck, 2021).

Por su parte, Fernando y Wah (2017) señalan que los recursos internos y externos de una empresa contribuyen al logro de la aplicación de prácticas eco-innovadoras. En particular destacan que la regulación, la tecnología, la coordinación funcional, la implicación de los proveedores y la orientación al mercado son factores clave en la eco-innovación.

La eco-innovación se asocia con la innovación que da como resultado una reducción de los impactos negativos en el medioambiente (Liao y Tsai 2019; Wang y Mohammad Shahb, 2022). La eco-innovación permite que las empresas se vean beneficiadas con relación a situaciones económicas, ambientales y sociales (Marco-Lajara *et al.*, 2023; Fernando y Wah, 2017), por lo que influye en la construcción de la ventaja competitiva (Gaşior *et al.*, 2022; Almeida y Wasim, 2023) y en la reducción de costos de producción (Rehman-Khan *et al.*, 2022).

Se entiende por eco-innovación como el proceso que consiste en desarrollar nuevos productos, procesos y soluciones de gestión que reduzcan el impacto de daños ambientales (Naruetharadhol *et al.*, 2021), se asocia además con la optimización del uso de recursos o la racionalización de gestión de residuos (Gaşior *et al.*, 2022), dando como resultado elementos de facilitación como disponibilidad de acuerdos de colaboración y fuentes de información y financiación pública (Arranz *et al.*, 2019).

El grado en que las empresas adoptan prácticas de eco-innovación se mide considerando los tipos de eco-innovación en productos, procesos y gestión organizacional conducidas a un mejor desempeño ambiental (Wang y Mohammad Shahb, 2022; Mady *et al.*, 2022; Hojnik *et al.*, 2017).

Para la adopción de la eco-innovación se identifican impulsores externos como la demanda de los clientes, la competencia y las regulaciones ambientales (Mady *et al.*, 2022; Liao y Tsai, 2019), además de impulsores internos que consideran la capacidad de absorción del conocimiento verde adquirido por distintos medios, entre ellos las colaboraciones empresariales (Mady *et al.*, 2022; Marco-Lajara *et al.*, 2023). Además, se considera clave en la introducción de esta estrategia el perfil de la empresa (Rehman Khan *et al.*, 2022).

Desempeño competitivo sustentable

La sustentabilidad se considera como una capacidad que ofrece ventajas competitivas sustentables mediante el uso de herramientas y estrategias dirigidas al cambio mediante resultados empresariales en relación con su entorno (Palafox, 2019).

Se reconoce que las regulaciones permiten llevar a cabo iniciativas corporativas estratégicas enfocadas en prácticas de innovación que aseguren el desarrollo sustentable en las pymes (Leisen *et al.*, 2019). El área de recursos humanos puede implementar acciones dirigidas al cambio que den solución a problemas ambientales, en consecuencia, permite la mejora y el éxito de las organizaciones (Langwell y Heaton, 2016).

En el mismo orden de ideas, al desempeño sustentable se le ha considerado como un precursor de la mejora del desempeño medio ambiental, social y económico, dentro de este enfoque el desempeño económico indica “el grado en que una firma puede optimizar sus resultados financieros, en algunos estudios se han revisado indicadores financieros tales como utilidades, crecimiento de ventas, retorno sobre activos, retorno sobre equidad y retorno sobre la inversión” (Agyabeng-Mensah *et al.*, 2020; citado por Afum *et al.*, 2020, p. 2). El desempeño ambiental es la “capacidad para causar reducciones en contaminación y desperdicios sólidos y su habilidad para reducir el uso de materiales no saludables y la ocurrencia de accidentes medio ambientales (Abdul-Rashid *et al.*, 2017; Singh *et al.*, 2019, p. 4); y desempeño social “es medido por la salud y seguridad, mejora en la calidad de vida de la comunidad, formación profesional a miembros de la comunidad y formación de empleados entre otros” (Abdul-Rashid *et al.*, 2017, p. 3). La sustentabilidad también es entendida como la posibilidad de lograr desarrollo social y económico sin comprometer los recursos ambientales a futuro (Conejo y Nemecio, 2022).

Algunas capacidades intangibles que ayudan a la gerencia para adquirir valiosos recursos (Hojnik *et al.*, 2017) son, por ejemplo, las prácticas de gestión del conocimiento y el capital intelectual (Nakyeyune *et al.*, 2022), las actividades de eco-innovación para incrementar el desempeño sustentable competitivo (Ying *et al.*, 2019).

Los esfuerzos en el estudio de la sustentabilidad también se han detenido a examinar las barreras colaborativas para el logro de la sustentabilidad (Katuwawala y Bandara, 2022). La Agenda 2030 de las Naciones Unidas para el Desarrollo Sustentable ha sido sobre la cual se basan en mayor medida las políticas públicas en distintos campos, y se le ha entendido como las acciones que pueden satisfacer a las necesidades sociales y económicas actuales sin que se comprometan los recursos de las generaciones futuras (Cardoso Hernández y Gouttefanjat, 2022). Existen términos de sustentabilidad que involucran a su vez temas de emprendimiento consistentes con los objetivos de desarrollo sustentable (Fichter y Tiemann, 2020).

Otro término usado en la literatura es el de sustentabilidad empresarial el cual se conoce como un “modelo de desarrollo sustentable” con cuatro dimensiones: la ambiental, en la que se establece que los productos y procesos deben de ser amigables con el ambiente; la dimensión social que incluye el beneficio personal y del entorno (Arboleda y Díaz, 2017); la

dimensión económica que busca una utilidad económica y social (Hernández-Royett y González-Díaz, 2016); y la dimensión institucional que crea una cultura sustentable para que se practique dentro y fuera de la organización (Arboleda y Díaz, 2017; Citado por Díaz y Díaz, 2020).

La sustentabilidad dentro de las pymes se ha identificado como crítica para crear crecimiento en los negocios (Abdin, 2015, citado por Islam y Wahab, 2021).

Relación entre la eco-innovación y desempeño competitivo sustentable

A pesar de que la pyme representa para muchos países en desarrollo un importante impulsor económico, la sustentabilidad continúa siendo un tema investigado para identificar prácticas sostenibles de negocios que lleven a este sector al éxito (Alraja *et al.*, 2022).

En el caso de la economía vietnamita, la adopción de la eco-innovación fomenta la protección del medioambiente, logrando promover una economía que, más allá de obtener ganancias financieras y cumplir con objetivos económicos, permita asegurar el bienestar ambiental y social (Phuong *et al.*, 2023).

Dado que hace más de una década la inversión en actividades comprometidas al cuidado del medioambiente se consideraba un riesgo, el estudio realizado por Chen *et al.* (2006) en empresas de Taiwán, manifestó que la innovación ecológica en productos y procesos aportaba un efecto positivo a la ventaja competitiva, además se destacó la importancia de que las empresas visualizaran los beneficios del valor y posicionamiento que aporta.

De acuerdo con un análisis llevado a cabo en empresas del Reino Unido, la implementación de prácticas de eco-innovación se da al momento de desarrollar capacidades regulatorias, al invertir en investigación y desarrollo ambiental (Eco-I+D) y al mejorar capacidades relacionadas a las necesidades de consumo verde (Demirel y Kesidou, 2019).

En las pymes portuguesas y británicas se ha encontrado que los factores externos influyen para plantear estrategias de eco-innovación en productos, procesos y sistemas de innovación verde y que son determinantes para el desempeño sustentable en las pymes (Almeida y Wasim, 2023).

Aunque el comportamiento eco-innovador promueve el rendimiento sustentable de las organizaciones, puede no tener un impacto positivo significativamente directo en el rendimiento económico, debido a las distintas ineficiencias operativas de eco-innovación, lo que resulta complejo obtener beneficios económicos a un corto plazo (Cai y Li, 2018).

Un estudio desarrollado en pymes manufactureras ubicadas en Egipto, encontró que las capacidades organizacionales, la capacidad de absorción y la orientación ambiental estratégica son impulsores internos que afectan los tipos de eco-innovación. Además, los resultados revelaron que el impacto de las innovaciones eco-organizacionales y los eco-procesos afectan significativamente la ventaja competitiva sustentable (Mady *et al.*, 2022).

Para muchas empresas la pandemia generada por el COVID-19 fue resultado de impactos económicos negativos en todo el mundo (Pichlak y Szromek, 2021; Alraja *et al.*, 2022). En el caso de las empresas de Polonia, con la aplicación de prácticas de eco-innovación, les resultó más factible generar cambios radicales en sus modelos de negocio para realizar colaboraciones en actividades eco-innovadoras para la recuperación económica, este hallazgo demuestra que la estrategia de innovación abierta es tendiente a generar eco-innovación (Pichlak y Szromek, 2021).

Frente a este escenario, en las pymes en Omán, Alraja *et al.* (2022) encontraron que, con el uso de tecnologías innovadoras en procesos comprometidos con el medioambiente permite trabajar con prácticas ecológicas sostenibles (innovación ecológica, recursos humanos ecológicas, marketing ecológico y cadena de suministro ecológica) para lograr un desempeño sostenible.

En un estudio realizado en empresas manufactureras de Malasia, Mubarak *et al.* (2021) examinaron el impacto de las tecnologías de la Industria 4.0 sobre los resultados de la innovación verde. Se llegó a la conclusión de que, para mejorar el comportamiento innovador de las pymes, el uso de este tipo de tecnologías favorece a las acciones de innovación abierta mediante la acumulación de conocimientos, comunicación eficaz y técnicas de análisis, que conducen a innovaciones verdes sustentables para lograr una ventaja competitiva.

Por otro lado, Antwi *et al.* (2022) realizaron un análisis de una muestra en 178 empresas mineras de Ghana, enfocado a las prácticas de fabricación ecológicas y el rendimiento económico sustentable. Los resultados señalan que las empresas mineras que se involucran en la realización de prácticas eco-innovadoras, pueden conseguir aumentos significativos que benefician a la economía de las empresas manteniendo sus ganancias obtenidas y evitando presiones por parte de comunidades locales y el gobierno en el que operan.

Dentro de la industria automotriz existen altos niveles de contaminación ambiental, por medio de un análisis a pymes de México pertenecientes a este sector fue posible encontrar una influencia relacionada con las prácticas de eco-innovación en el desempeño sostenible, en este análisis también se encontró que las prácticas de eco-innovación de procesos obliga a las pymes a ejecutar actividades para el desarrollo en la eco-innovación de productos y de gestión (Maldonado-Guzmán y Garza-Reyes, 2020).

Los resultados del análisis desarrollado por Le (2022) confirman que el efecto moderador de la responsabilidad social empresarial entre la estrategia ecológica de la empresa y la innovación verde genera un desempeño sostenible que responde a las necesidades económicas y sociales, aumentando las ventajas competitivas a un largo plazo. Con base en lo anterior se propone la siguiente hipótesis: *H1: La eco-innovación influye positiva y significativamente en el desempeño competitivo sustentable*

Metodología

El enfoque empleado para este estudio es de carácter cuantitativo con un análisis transversal. Para la población se tomaron en cuenta las pequeñas y medianas empresas del sector manufacturero en el estado de Aguascalientes, México.

Para determinar la muestra se consultó información otorgada por el Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE) del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Se filtraron los datos en función al área geográfica, en este caso enfocado al estado de Aguascalientes; el tamaño del establecimiento de acuerdo al número de empleados de 5 a 250; y según la actividad económica, en este caso la industria manufacturera. Se seleccionaron actividades relacionadas con la industria de alimentos y de bebidas, fabricación de textiles y productos textiles, excepto prendas, curtido y acabado de cuero de piel, industria de la madera, industria química, industria del papel, industria del plástico y hule, industria metálica-básica, fabricación de maquinaria y equipo, fabricación de equipo de transporte, fabricación de muebles, colchones y persianas. La población total del estudio se conformó por 3,483 pymes.

Para la recopilación de datos se desarrolló un cuestionario estructurado a partir de una amplia revisión de literatura y con escalas probadas empíricamente en estudios nacionales e internacionales con respecto a los factores de eco-innovación y rendimiento competitivo sustentable, las cuales son de tipo Likert de 5 puntos, en un rango de 1 (totalmente en desacuerdo) a 5 (totalmente de acuerdo). El cuestionario fue aplicado a propietarios y/o gerentes de las pymes. El estudio se desarrolló con una muestra definitiva de 108 empresas.

El factor de eco-innovación presenta una escala con un total de diecisiete ítems, dividida en tres dimensiones que conforman características de acuerdo al tipo de eco-innovación en productos con seis ítems adaptados por Chen *et al.* (2006); Chen (2008) y Chiou *et al.* (2011); La segunda dimensión corresponde a una adaptación realizada por Chen *et al.* (2006); Chen (2008) y Chiou *et al.* (2011) que analiza aspectos relacionados al tipo de eco-innovación en procesos, ésta incluye cinco ítems; Finalmente se encuentra el tipo de eco-innovación organizacional, desarrollada por Cheng Shiu (2012) en la que se incluyen seis ítems.

El factor de rendimiento competitivo sustentable se midió a través de una escala unidimensional adaptada por Degong *et al.* (2018), compuesta por 8 ítems relacionados con el rendimiento de las inversiones, rendimiento de los activos, rentabilidad financiera.

Una vez diseñado el instrumento se realizó la aplicación de las encuestas en el trabajo de campo para después poder realizar la codificación y el análisis de todos los datos recolectados en el software estadístico de SPSS.

A partir de los datos generados por los encuestados respecto a las características generales de las empresas, se encontró que las pymes son dirigidas en un 34.3% por mujeres y un 65.7% por hombres, en cuanto a la edad de estas personas se observa que el 45.4% pertenece a gerentes mayores a 40 años, el 36.1% con edades entre los 27 y 39 años, y el 18.5%, de los propietarios o gerentes de las pymes oscila entre los 18 y 26 años.

Para confirmar la consistencia de los factores del estudio se examinó la fiabilidad de las escalas mediante los coeficientes Alfa de Cronbach, los valores del límite inferior deben ser mayores a 0.70 (Cronbach, 1951). Entre mayor sea el valor del Alfa de Cronbach, el conjunto de preguntas será más confiable debido a que presenta mayor consistencia interna. Para este estudio el Alfa de Cronbach más bajo fue de 0.819 y el máximo fue de 0.926, lo que cumple con lo establecido y confirma que las preguntas desarrolladas resultaron ser consistentes y confiables. De la misma manera, se consideró analizar el índice de fiabilidad compuesta (IFC) para el cual (Hair *et al.*, 1999), los valores aceptables son a partir de 0.70 mismos que para este estudio fueron de 0.801 y hasta 0.926. Se utilizó además el cálculo del índice de varianza media extraída (IVE), Fornell y Larcker (1981) sugieren valores superiores o iguales a 0.5, los criterios señalados fueron respetados dado que para cada variable el resultado osciló entre 0.500 y 0.677 (tabla 1).

Después de verificar la fiabilidad de las escalas se realizó un análisis factorial confirmatorio (AFC), el cual permite conocer la validez del modelo desarrollado. Dicho análisis se llevó a cabo mediante el software estadístico de AMOS en versión 26.

Para valorar el modelo se examinaron los índices de ajuste con los siguientes resultados, en la bondad de ajuste del modelo, la Chi cuadrada entre los grados de libertad resultó igual a 1.574, lo cual está dentro de los límites establecidos por la teoría de acuerdo Hair, *et al.* (2007) y Gerbing y Anderson (1993); el RMSEA (error de aproximación cuadrático medio) también se encuentra adecuado por la teoría (Joreskog y Sorbon 1986; Hair *et al.*, 1999) con valores que van de 0.05 a 0.08. Se confirma lo anterior debido a que presenta un valor de 0.066. Se examinaron, además los siguientes índices de ajuste del modelo (McNeish *et al.*, 2017), los cuales son: el índice de ajuste incremental (IFI) con un valor de 0.918; el índice de ajuste normado (NFI) igual a 0.804; el índice de Tucker-Lewis (TLI) de 0.901; y el índice de

ajuste comparado CFI igual a 0.916, de acuerdo a las recomendaciones de Byrne (1989) y Bentler (1990), los valores aceptables son superiores a 0.9 y los más aproximados a uno son adecuados.

El modelo de medida se muestra en la tabla 1 con cargas factoriales significativas para cada ítem. Además, se encontraron valores entre 0.703 y 0.822 que confirman la validez convergente, los cuales son adecuados a partir de 0.70 (Hair *et al.*, 1999).

Tabla 1. *Fiabilidad y validez convergente de la escala de medida*

Variable	Item	Carga factorial	Promedio	Coefficiente Alfa Cronbach	IFC	IVE
Eco-innovación de productos	PRT1	0.659***	0.780	0.834	0.888	0.667
	PRT2	0.725***				
	PRT4	0.886				
	PRT5	0.739***				
Eco-innovación de procesos	PRC1	0.709	0.750	0.837	0.842	0.571
	PRC3	0.715***				
	PRC4	0.794***				
	PRC5	0.801***				
Eco-innovación de sistemas de gestión	EIO1	0.776***	0.820	0.926	0.925	0.673
	EIO2	0.822				
	EIO3	0.778***				
	EIO4	0.810***				
	EIO5	0.871***				
	EIO6	0.860***				
Rendimiento competitivo sustentable	SCP2	0.640***	0.695	0.819	0.848	0.484
	SCP3	0.702***				
	SCP4	0.690***				
	SCP5	0.690***				
	SCP6	0.684***				
	SCP7	0.761				
	Medidas de bondad de ajuste: Chi2/df =1.574 (p= 0.000); RMSEA=0.066; NFI=0.804; IFI =0.918; TLI=0.901; CFI=0.916; Valores de Significancia: *p<0.05; **=p<0.01; ***=p<0.001.					

Fuente: Elaboración propia.

Una vez realizado el análisis de fiabilidad y la validez convergente del modelo, se verificó la validez discriminante mediante el procedimiento de test de varianza extraída (Fornell y Larcker, 1981). En este procedimiento se comparan las correlaciones al cuadrado de cada par de constructos latentes con la raíz cuadrada de la varianza media extraída de cada constructo. En los resultados presentados en la tabla 2 se puede señalar que la varianza extraída de los factores fue mayor que el cuadrado de correlaciones de cada par de constructos latentes, por lo tanto, cumple con el criterio para confirmar validez discriminante.

Tabla 2. Validez discriminante

	1	2	3	4
1. Eco-innovación de productos	0.817			
2. Eco-innovación de procesos	0.637	0.756		
3. Eco-innovación en sistemas de gestión	0.391	0.368	0.820	
4. Rendimiento competitivo sustentable	0.163	0.203	0.160	0.695

Fuente: Elaboración propia.

Resultados

Con apoyo del programa estadístico AMOS y de técnicas de estimación de máxima verosimilitud, se elaboró el análisis de los modelos de ecuaciones estructurales para probar la hipótesis planteada en el estudio. El ajuste del modelo resultó satisfactorio con el Chi²/df igual a 1.543, el RMSEA de 0.071; IFI igual a 0.932; el TLI igual a 0.917; el CFI con 0.930.

Los resultados del modelo estructural confirman la aceptación de la H1 planteada (tabla 3), examinando un coeficiente estandarizado de 0.495, con un valor t de 3.836 lo que explica que las prácticas de eco-innovación tienen una influencia positiva y significativa en el rendimiento competitivo sustentable.

Este hallazgo sostiene que la adopción de los tres tipos de eco-innovación (los cuales son de producto, de proceso y de gestión) conducen a las pymes hacia un desempeño competitivo sustentable.

Tabla 3. Resultados del modelo estructural

Relación estructural			Coefficiente estandarizado (t)	P	Resultado	
H1	Eco-innovación	→	Rendimiento competitivo sustentable	0.495(3.836)	***	Se acepta

Medidas de bondad de ajuste: Chi2/df = 1.574 (p= 0.000); RMSEA=.066; NFI=0.804; IFI =0.918; TLI=0.901; CFI=0.916; Valores de Significancia: *p<0.05; ** =p<0.01; ***=p<0.001.

Fuente: Elaboración propia.

Conclusión

Los resultados que se presentan en este estudio se consideran relevantes para establecer evidencia empírica en México, específicamente en un estado ubicado en el centro del país como lo es el Estado de Aguascalientes en relación a la influencia positiva y significativa de las actividades de eco-innovación con respecto a los resultados en el desempeño competitivo sustentable. La relevancia de estos resultados radica en que la evidencia presentada permite que el empresario pueda confirmar que una empresa que desarrolle inversión económica, de tiempo, de esfuerzo en gestión, de cambios hacia una economía más sustentable con innovaciones ecológicas o verdes donde se cuide todo su entorno social y ambiental desarrollará un mejor desempeño en relación a la competencia y además con mayores ventajas económicas. No solo se trata de que las empresas realicen cambios para adecuarse a las políticas gubernamentales si no que el empresario debe tener un cambio sostenido a incorporar cada vez mayores innovaciones en productos, procesos y sistemas de gestión cuidando las generaciones futuras y con ello también obtendrá un mejor desempeño que le permitirá ser más competitivo y sustentable para el planeta.

El haber realizado este estudio en un sector que puede por su propia naturaleza ser más demandante de acciones de eco-innovación, implica entender también la prioridad que tiene en atender la necesidad de influir en un entorno más sustentable ya que se entiende que si se incorporan prácticas sustentables, se desarrollarán sistemas integrales y que logren beneficios a largo plazo para las pymes, el ambiente y la sociedad en su conjunto.

Será relevante para futuros estudios conocer cuáles son las prácticas de eco-innovación que se están utilizando de manera específica en la actualidad, así como identificar las barreras que podrían impedir y la aplicación de estrategias de eco-innovación en un futuro. Además, sería conveniente también ampliar el análisis a otros sectores relevantes o de mayor necesidad de aplicación de actividades de eco-innovación como lo es la industria de servicios como, por ejemplo, hoteles, restaurantes y hospitales.

Referencias bibliográficas

- Abdin, M. D. (2015). Establishing SME Clusters for Sustainable Development. *Establishing SME Clusters for Sustainable Development* (August 20, 2015).
- Abdul-Rashid, S. H., Sakundarini, N., Ghazilla, R. A. R., y Thurasamy, R. (2017). The Impact Of Sustainable Manufacturing Practices on Sustainability Performance: Empirical Evidence from Malaysia. *International Journal of Operations y Production Management*, 37(2), 182-204. <https://doi.org/10.1108/IJOPM-04-2015-0223>.
- Afum, E., Osei-Ahenkan, V.Y., Agyabeng-Mensah, Y., Amponsah Owusu, J., Kusi, L.Y. and Ankomah, J. (2020). Green Manufacturing Practices and Sustainable Performance among Ghanaian Manufacturing SMEs: the Explanatory Link of Green Supply Chain Integration. *Management of Environmental Quality*, 31 (6), 1457-1475. <https://doi.org/10.1108/MEQ-01-2020-0019>.
- Agyabeng-Mensah, Y., Afum, E. and Ahenkorah, E. (2020). Exploring Financial Performance and Green Logistics Management Practices: Examining the Mediating Influences Of Market, Environmental and Social Performances. *Journal of Cleaner Production*, 258, 1-13.
- Almeida, F., y Wasim, J. (2023). Eco-innovation and Sustainable Business Performance: Perspectives of SMEs in Portugal and the UK. *Society and Business Review*, 18(1), 28-50.
- Alraja, M.N., Imran, R., Khashab, B.M., y Shah, M. (2022). Technological Innovation, Sustainable Green Practices and SMEs Sustainable Performance in Times of Crisis (COVID-19 pandemic). *Information Systems Frontiers*, 1-25.
- Antwi, B.O., Agyapong, D., y Owusu, D. (2022). Green Supply Chain Practices and Sustainable Performance of Mining Firms: Evidence from a developing country. *Cleaner Logistics and Supply Chain*, 4, 100046.
- Arboleda, M. L. O., y Díaz, R. R. G. (2017). El carácter axiológico del proceso educativo en Colombia. *Centros: Revista Científica Universitaria*, 6(2), 1-17.
- Arranz, N., Arroyabe, M. F., Molina-García, A., y de Arroyabe, J. F. (2019). Incentives and Inhibiting Factors of Eco-innovation in the Spanish firms. *Journal of Cleaner Production*, 220, 167-176.
- Bentler, P.M. (1990). Comparative Fit Indexes in Structural Models. *Psychological bulletin*, 107(2), 238.

Byrne, R.M., y Johnson-Laird, P.N. (1989). Spatial Reasoning. *Journal of Memory and Language*, 28(5), 564-575.

Cai, W., y Li, G. (2018). The Drivers of Eco-innovation and its Impact on Performance: Evidence from China. *Journal of Cleaner Production*, 176, 110-118.

Cardoso Hernández, I., y Gouttefanjat, F. (2022). Sustentabilidad, tecnología ambiental y regeneración ecosistémica: retos y perspectivas para la vida. *Revista Universidad y Sociedad*, 14(2), 142-157.

Chen Y.S. (2008) The Driver of Green Innovation and Green Image – Green Core Competence. *Journal of Business Ethics*, 81(3), 531-543.

Chen, Y. S., Lai, S.B., y Wen, C.T. (2006). The Influence of Green Innovation Performance on Corporate Advantage in Taiwan. *Journal of business ethics*, 67, 331-339.

Cheng C.C., Shiu E.C. (2012) Validation of a Proposed Instrument for Measuring Eco-innovation: An Implementation Perspective. *Technovation*, 32(6), 329-344. DOI: 10.1016/j.technovation.2012.02.001.

Chiou T.-Y., Chan H.K., Lettice F., Chung S.H. (2011) The Influence of Greening The Suppliers and Green Innovation on Environmental Performance and Competitive Advantage in Taiwan. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 47(6), 822-836. DOI: 10.1016/j.tre.2011.05.016.

Conejo, B.L., y Nemecio, J.L. (2022). El papel de la educación en línea para alcanzar sustentabilidad. Desafíos socio-ecológicos e inteligencia emocional. *Sociedad y Tecnología*, 5(S2), 431-442.

Cronbach, L.J. (1951). Coefficient alpha and the Internal Structure of Tests. *psychometrika*, 16(3), 297-334.

Degong, M., Ullah, F., Khattak, M.S., y Anwar, M. (2018). Do International Capabilities and Resources Configure Firm's Sustainable Competitive Performance? Research within Pakistani SMEs. *Sustainability*, 10(11), 4298.

Demirel, P., y Kesidou, E. (2019). Sustainability-oriented Capabilities for Eco-innovation: Meeting the Regulatory, Technology, and Market Demands. *Business Strategy and the Environment*, 28(5), 847-857.

Díaz, R.R.G., y Díaz, K.N.G. (2020). Cultura organizacional y Sustentabilidad empresarial en las Pymes durante crisis periodos de confinamiento social. *CIID Journal*, 1(1), 28-41.

- Fernando, Y., y Wah, W.X. (2017). The Impact of Eco-innovation Drivers on Environmental Performance: Empirical Results from the Green Technology Sector in Malaysia. *Sustainable Production and Consumption*, 12, 27-43.
- Fichter, K., y Tiemann, I. (2020). Impacts of Promoting Sustainable Entrepreneurship in Generic Business Plan Competitions. *Journal of Cleaner Production*, 267, 122076.
- Fornell, C., y Larcker, D. (1981). Structural Equation Models with Unobservable Variables and Measurement Error: Algebra and Statistics. *Journal of Marketing Research*, 18, 382-388.
- Gaşior, A., Grabowski, J., Ropęga, J., y Walecka, A. (2022). Creating a Competitive Advantage for Micro and Small Enterprises Based on Eco-innovation as a Determinant of the Energy Efficiency of the Economy. *Energies*, 15(19), 6965.
- Gerbing, D.W., y Anderson, J.C. (1993). Monte Carlo Evaluations of Goodness-of-fit Indices for Structural Equation Models. *Sage Focus Editions*, 154, 40-40.
- Hair, J. J., Anderson, R., Tatham, R., y Black, W. (1999). *Multivariate Analysis* (Vol. 491). Madrid: Prentice Hall Iberia.
- Hair, J., Black, W., Babin, B., Anderson, R., y Tatham, R. (2007). *Multivariate Data Analysis* (6th edn). New Delhi: Pearson Education India.
- Hernández-Royett, J., y González-Díaz, R.R. (2016). *Enfoques de investigación en la contabilidad. Estrategia*, 2(1), 87-100.
- Hojnik, J., Ruzzier, M., y Manolova, T. (2017). Eco-innovation and Firm Efficiency: Empirical Evidence from Slovenia. *11(3 (eng))*, 103-111.
- Islam, A., y Wahab, S.A. (2021). The Intervention of Strategic Innovation Practices in Between Regulations and Sustainable Business Growth: a Holistic Perspective for Malaysian SMEs. *World Journal of Entrepreneurship, Management and Sustainable Development*, 17(3), 396-421.
- Katuwawala, H.C. and Bandara, Y.M. (2022). System-based Barriers for Seaports in Contributing to Sustainable Development Goals. *Maritime Business Review*, 7(3), 255-269. <https://doi.org/10.1108/MABR-02-2021-0007>.
- Jöreskog, K. G., y Sörbom, D. (1986). *LISREL VI: Analysis of Linear Structural Relations by Maximum Likelihood, Instrumental Variables, and Square Methods*. Moorsville, I. N. Scientific Software.

Kemp, R., y Pearson, P. (2008). Measuring Eco-innovation, Final Report of MEI Project for DG Research of the European Commission. <http://www.merit.unu.edu/MEI>.

Langwell, C., y Heaton, D. (2016). Using Human Resource Activities to Implement Sustainability in SMEs. *Journal of Small Business and Enterprise Development*, 23(3), 652-670.

Le, T.T. (2022). How Do Corporate Social Responsibility and Green Innovation Transform Corporate Green Strategy into Sustainable Firm Performance? *Journal of Cleaner Production*, 362, 132228.

Leisen, R., Steffen, B., y Weber, C. (2019). Regulatory Risk and the Resilience of New Sustainable Business Models in the Energy Sector. *Journal of Cleaner Production*, 219(10), 865-878. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.01.330>.

Liao, Y.C., y Tsai, K.H. (2019). Innovation Intensity, Creativity Enhancement, and Eco-innovation Strategy: The Roles of Customer Demand and Environmental Regulation. *Business Strategy and the Environment*, 28(2), 316-326.

Mady, K., Abdul Halim, M.A.S., Omar, K., Abdelkareem, R.S., y Battour, M. (2022). Institutional Pressure and Eco-innovation: The Mediating Role of Green Absorptive Capacity And Strategically Environmental Orientation among Manufacturing SMEs in Egypt. *Cogent Business y Management*, 9(1), 2064259.

Maldonado-Guzmán, G., y Garza-Reyes, J.A. (2020). Eco-innovation Practices' Adoption in the Automotive Industry. *International Journal of Innovation Science*, 12(1), 80-98.

Marco-Lajara, B., Úbeda-García, M., Zaragoza-Sáez, P., y Manresa-Marhuenda, E. (2023). The Impact of International Experience on Firm Economic Performance. The Double Mediating Effect of Green Knowledge Acquisition y Eco-innovation. *Journal of Business Research*, 157, 113602.

McNeish, D., Stapleton, L. M., y Silverman, R. D. (2017). On the Unnecessary Ubiquity of Hierarchical Linear Modeling. *Psychological methods*, 22(1), 114.

Mubarak, M.F., Tiwari, S., Petraite, M., Mubarik, M., y Raja Mohd Rasi, R.Z. (2021). How Industry 4.0 Technologies and Open Innovation Can Improve Green Innovation Performance? *Management of Environmental Quality: An International Journal*, 32(5), 1007-1022.

- Nakyeyune, G.K., Bananuka, J., Tumwebaze, Z., y Kezaabu, S. (2022). Knowledge Management Practices and Sustainability Reporting: the Mediating Role of Intellectual Capital. *Journal of Money and Business*, (ahead-of-print).
- Naruetharadhol, P., Srisathan, W.A., Gebsoambut, N., y Ketkaew, C. (2021). Towards the Open Eco-innovation Mode: A Model of Open Innovation and Green Management Practices. *Cogent Business y Management*, 8(1), 1945425.
- Organización de Naciones Unidas (ONU). (2015). El Desarrollo Sostenible. Recuperado de <https://www.un.org/es/ga/president/65/issues/sustdev.shtml>.
- Palafox, K.H.O. (2019). Global Sustainability: International Principles and Agreements. *Revista de Ciencias Sociales (Ve)*, 25(4).
- Phuong, N.T.M., Huong, N.T.X., Song, N.V., Huyen, V.N., Yen, N.T.H., Giap, T.C., Quang, H.V., & Huong, N.V. (2023). The Role of Eco-innovation, Eco-investing, and Green Bonds in Achieving Sustainable Economic Development: Evidence from Vietnam. *Economic Research-Ekonomiska Istraživanja*, 36(2), 2169839.
- Pichlak, M., y Szromek, A.R. (2021). Eco-innovation, Sustainability and Business Model Innovation by Open Innovation Dynamics. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 7(2), 149.
- Rehman-Khan, S. A., Ahmad, Z., Sheikh, A. A., y Yu, Z. (2022). Digital Transformation, Smart Technologies, and Eco-innovation are Paving the Way toward Sustainable Supply Chain Performance. *Science Progress*, 105(4), 00368504221145648.
- Singh, S.K. and El-Kassar, A.N. (2019). Role of Big Data Analytics in Developing Sustainable Capabilities. *Journal of Cleaner Production*, 213, 1264-1273.
- Wang, N., y Mohammad Shah, K.A. (2022). The Impact of Ecological Innovation on the Food Production Quality: Mediating Role of Environmental Awareness. *Economic Research-Ekonomiska Istraživanja*, 1-20.
- Ying, Q., Hassan, H., y Ahmad, H. (2019). The Role of a Manager's Intangible Capabilities in Resource Acquisition and Sustainable Competitive Performance. *Sustainability*, 11(2), 527.

Responsabilidad social corporativa en las microempresas de Tamaulipas. Diferencias según el sexo del directivo

Daniela Cruz Delgado*

***ORCID:** <https://orcid.org/0000-0003-0289-7483>; **ResearchGate:** <https://www.researchgate.net/profile/Daniela-Cruz-Delgado>

Doctora en Problemas Económico Agroindustriales, por la Universidad Autónoma Chapingo.
Profesora investigadora en la Universidad Politécnica de Victoria, México.



Resumen

La sociedad actual demanda productos y servicios elaborados mediante procesos orientados a la protección del medioambiente. La adaptación a las nuevas necesidades requiere de procesos innovadores para las empresas y la implementación de éstos se basa en la disposición de los directivos para su realización, ante esto, cobra relevancia la responsabilidad social corporativa como una premisa de la economía circular. El objetivo del estudio fue identificar las diferencias que existen entre los directivos de micro y pequeñas empresas de Victoria Tamaulipas en cuanto la gestión de la responsabilidad social corporativa en sus negocios según su sexo. Las variables de análisis fueron la responsabilidad social corporativa y las diferencias entre los microempresarios según diversas características sociodemográficas, principalmente el sexo, las cuales se evaluaron mediante una encuesta. Los indicadores de la RSC considerados fueron: las políticas y procedimientos para el respeto a los derechos humanos, la prevención de la contaminación y la producción de desechos que impactan en el medioambiente, la procuración del bienestar de los trabajadores, la no participación en malas prácticas como sobornos, corrupción, piratería o competencia desleal, la responsabilidad frente los clientes y la promoción de actividades de desarrollo comunitario con gente de la comunidad en donde se encuentra ubicada. Se encontraron diferencias significativas en la gestión de la responsabilidad social corporativa entre los microempresarios según su sexo: Los microempresarios ($X=4.29$) perciben realizar mayor gestión de la Responsabilidad social corporativa que las microempresarias ($X=4.07$) con un p valor de $p<0.05$. El análisis por indicadores de la responsabilidad social corporativa indicó que es en las políticas y procedimientos para el respeto a los derechos humanos y en la prevención de la contaminación y la producción de desechos que impactan en el medioambiente en los que se encuentran las diferencias ($p<0.05$).

Palabras clave: *contaminación, economía circular, gestión empresarial.*

Abstract

Today's society demands products and services produced through processes aimed at environmental protection. Adaptation to new needs requires innovative processes for companies and the implementation of these based on the willingness of managers to its realization, given this the importance of corporate social responsibility as a premise of the circular economy. The objective of the study was to identify the differences that exist between micro and small businesses in Victoria Tamaulipas on Responsibility Management Corporate Social in their businesses according to their sex. The analysis variables were corporate social responsibility and its differences between microentrepreneurs according to various characteristics sociodemographic, mainly sex, through a survey. The indicators of CSR considered were: the policies and procedures for respect for human rights, the prevention of pollution and waste production that impact the environment, ensuring the well-being of workers, non-participation in bad practices such as bribery, corruption, piracy or competition unfair, responsibility for customers, promoting development activities community with people from the community in where it is located. Were found significant differences in the management of the Corporate Social Responsibility between microentrepreneurs according to their sex; the microentrepreneurs ($X=4.29$) perceive making greater management of social responsibility corporate than microentrepreneurs ($X=4.07$) with a p value of $p<0.05$. The analysis by social responsibility indicators corporate indicated that it is in the policies and procedures for respect for human rights and the prevention of pollution and waste production that impact the environment in the where the differences are found ($p<0.05$).

Keywords: *pollution, economy circular, business management.*

Introducción

La responsabilidad por la protección del medioambiente se manifestó de manera significativa con la definición de los Objetivos de Desarrollo del Milenio en el año 2000. Estos objetivos establecen metas para el año 2015 para abordar y mitigar las principales problemáticas que afectan a la humanidad. Entre ellos el Objetivo 7 se centró en garantizar la sostenibilidad del medioambiente (ONU, 2023), motivo por el cual surgieron y consolidaron diversas iniciativas enfocadas a reducir la contaminación, evitar la degradación de recursos, así como hacer un uso óptimo de los mismos.

Los avances en el logro de los Objetivos de Desarrollo del Milenio se evaluaron en 2015 y se redefinieron haciéndolos más específicos o desglosados y se convirtieron en los diecisiete Objetivos de Desarrollo Sostenible, con sus respectivas metas y expectativas de avances para el año 2030. Ante estos es importante considerar las características de los actores involucrados en sus consecución, porque, como lo señala la Organización Mundial de la Salud (WHO, 2023) el logro de éstos objetivos está determinado por el género y aunque no se corresponde forzosamente con las categorías del sexo biológico, sí está relacionado con ellas, por tanto la conducta o los comportamientos que adoptan hombres y mujeres determinan las acciones de responsabilidad social que se implementan y en qué medida se hace.

En las problemáticas mundiales se identifican múltiples actores, entre ellos el sector empresarial. Por ello, en 2010 se define la norma internacional de responsabilidad social, la norma ISO 26000, que es una guía para las organizaciones tanto públicas como privadas y fue desarrollada bajo un consenso internacional entre las partes interesadas (ISO, por sus siglas en inglés: International Organization of Standardization, 2023).

Entre las principales problemáticas la relacionada al cuidado del medioambiente ha captado la atención de la población mundial por su impacto en diferentes ámbitos, como ocurre con la producción, las empresas enfrentan el desafío de continuar con una producción que atienda las múltiples necesidades de la población mundial, la cual continúa en constante crecimiento. Es en este marco que surge el planteamiento de la economía circular desde finales de la década de los años ochenta (Cerdá y Khalilova, s.f.).

La economía circular hace referencia a un modelo de producción no lineal, concebida como una estrategia “para desarrollar una economía sostenible, baja en carbono, economía competitiva y eficiente en el uso de los recursos” (Unión Europea, 2015, p. 2, citado por Hartley, Steffen & Bakkerb, 2023), para la implementación de este modelo la responsabilidad social corporativa cumple una función esencial de tal manera que puede concebirse como una premisa de la economía circular. Al respecto Dau, Scavarda, Scavarda, Portugal, (2019) en su investigación identificaron que la responsabilidad social

corporativa, entre otros elementos, permite la transición del modelo lineal al modelo circular de producción como lo concibe la economía circular, de ahí la necesidad del análisis de la RSC en Victoria, Tamaulipas como una premisa para identificar y sentar las bases para la implementación de los fundamentos de éste modelo de producción circular que aboga por la sostenibilidad de los procesos productivos.

La responsabilidad social corporativa se define como un compromiso de mejorar el bienestar de la comunidad a través de prácticas de negocios discrecionales y contribuciones de recursos corporativos (Kotler y Lee, 2005). Los elementos que conforman a la RSC son diversos y cada uno de ellos se presenta y representa de diversas formas según el contexto, la cultura y los principios predominantes en las organizaciones. Así, la gestión empresarial depende de las habilidades, capacidades y actitudes de los directivos, pero también de la sensibilidad o sensibilización de los individuos, de esta manera la participación del hombre y la mujer en las actividades empresariales y su influencia en la implementación de acciones de responsabilidad social empresarial puede diferir por sus particularidades.

Por otra parte, la Comisión Económica para América Latina (CEPAL, 2003) considera la RSC vinculada al “desarrollo de las actividades de la empresa, asumiendo la responsabilidad de los impactos que genera, creando con ello valor para sus accionistas y la sociedad a través del empleo de buenas prácticas”. Se identifica el valor que se da a las partes interesadas e involucradas en la gestión de la RSC, así mismo las buenas prácticas están relacionadas a diversas materias y asuntos de responsabilidad social, por lo que el tema es muy amplio.

En la literatura científica se identifican diversos estudios relacionados con la responsabilidad social corporativa, la mayoría se enfoca a establecer las relaciones de ésta con otras variables o indicadores de crecimiento y desarrollo de la empresa. En un estudio realizado en Corea, se encontró una relación positiva entre la responsabilidad social corporativa y el valor de la empresa, por lo que se concluye que toda corporación debe adoptar la responsabilidad social corporativa como una estrategia competitiva activa (Chung, Jung & Young; 2018).

Por otra parte, la Responsabilidad social corporativa (RSC) es dinámica al estar constituida por diversos principios, dimensiones y asuntos relacionados, por lo que las conductas, comportamientos y acciones de RSC son diversas. En un estudio se evaluaron los atributos de la responsabilidad social corporativa por orden de importancia por un público objetivo. Los resultados que encontraron fue que el público valora la honestidad empresarial por encima de otros comportamientos de responsabilidad social empresarial. (O'Connor & Meister, 2008).

Otros estudios han analizado los incentivos de las empresas para participar en actividades de responsabilidad social corporativa en sobrevaloración para atender a los inversores que prefieren un mejor desempeño de la responsabilidad social corporativa (Jin, 2022). Así se tiene que la disposición de los directivos empresariales es la base para la implementación de la RSC, sin embargo, en la dirección de las organizaciones, públicas y privadas, los actores difieren en perfiles, cada uno con sus características particulares, entre ellas el sexo.

Además de los atributos individuales de los directivos empresariales, también la cultura macro, en otros términos la cultura nacional, está asociada con la resistencia a informar sobre la responsabilidad social empresarial, situación en la que el gobierno corporativo puede ayudar mitigando la influencia de la cultura nacional (Adnan; Hay y van Staden; 2018). Las características particulares de quienes integran el gobierno corporativo son las que determinan o dan origen a la cultura nacional, por lo que el análisis de esas características se vislumbra nuevamente como esencial para sentar las bases que permitan la implementación de la RSC.

Ante este contexto el presente estudio tuvo como objetivo identificar las diferencias que existen entre los directivos de micro y pequeñas empresas de Victoria Tamaulipas sobre la gestión de la responsabilidad social corporativa en sus negocios según su sexo. La hipótesis de trabajo que se contrastó fue que existen diferencias significativas en la gestión de la responsabilidad social corporativa entre hombres y mujeres que dirigen las micro y pequeñas empresas de Victoria, Tamaulipas en México.

Desarrollo metodológico

El presente estudio se llevó a cabo con un alcance exploratorio en el que se aplicó un cuestionario estructurado diseñado por Aguilar, Peña y Posada (2021), para la obtención de información que permitiera responder la pregunta ¿Qué diferencias existen en la gestión de la responsabilidad social corporativa entre hombres y mujeres que poseen un negocio en Victoria Tamaulipas? y ¿En qué materias de la responsabilidad social corporativa existen diferencias en la gestión de los microempresarios y microempresarias de Victoria, Tamaulipas? Para ello, en el instrumento se consideraron dos secciones: datos sociodemográficos como la edad, el sexo, estado civil y escolaridad y la responsabilidad social corporativa compuesta de seis ítems, relacionados con las materias fundamentales de la responsabilidad social corporativa, tales como las políticas y procedimientos para el respeto a los derechos humanos, la prevención de la contaminación y la producción de desechos que impactan en el medioambiente, la procuración del bienestar de los trabajadores, la no participación en malas prácticas como sobornos, corrupción, piratería o competencia desleal, la responsabilidad por los clientes, la promoción de actividades de desarrollo comunitario con gente de la comunidad en donde se encuentra ubicada (Tabla 1).

Tabla 1. Operacionalización de la variable de análisis: Responsabilidad social corporativa

Materia de la RSC	ítem	Escala de respuesta
Derechos humanos	En mi empresa tenemos políticas y procedimientos para el respeto a los derechos humanos y para evitar complicidad en actos de agravio a los derechos civiles, políticos, económicos, sociales, culturales y laborales y para evitar la discriminación.	Escala tipo Likert de cinco puntos dónde 1= muy en desacuerdo a 5= a muy de acuerdo
Medio ambiente	En mi empresa procuramos prevenir la contaminación y la producción de desechos que impactan en el medioambiente, y procuramos reciclar y cuidar el medioambiente.	
Prácticas laborales	En mi empresa procuramos el bienestar de los trabajadores, escuchando sus necesidades, dándoles un ambiente seguro, acceso a servicios de salud y una vida personal balanceada.	
Prácticas justas de operación	En mi empresa evitamos involucrarnos en malas prácticas como en sobornos, corrupción, piratería o competencia desleal y tampoco la permitimos en nuestros clientes y proveedores.	
Asuntos de consumidores	En mi empresa somos responsables con nuestros clientes: Cuidamos su confidencialidad, atendemos sus quejas, comunicamos sin engaños la información que les interesa respecto a precios, costos, términos de servicio, contratos y ofrecemos productos que son seguros.	
Participación activa y desarrollo de la comunidad	La empresa promueve actividades de desarrollo comunitario con gente de la comunidad en donde se encuentra ubicada. Se preocupa por no provocar e incluso solucionar problemas sociales locales. Preferimos proveedores locales que foráneos.	

Fuente: Elaboración propia con base al diseño de la encuesta

Ante el objetivo general planteado de identificar las diferencias que existen entre los directivos de micro y pequeñas empresas de Victoria Tamaulipas sobre la gestión de la responsabilidad social corporativa en sus negocios según su sexo, se plantearon las hipótesis de trabajo siguientes:

H1 = Existen diferencias significativas entre los directivos de micro y pequeñas empresas de Victoria Tamaulipas sobre la gestión de la responsabilidad social corporativa en sus negocios según su sexo.

H2= La gestión de la RSC que realizan los hombres en sus negocios es mayor que la realizada por las mujeres al menos en alguna de las materias fundamentales de la RSC.

El cuestionario fue administrado a los directivos de las micro y pequeñas empresas de Victoria, Tamaulipas durante los meses de febrero, marzo y abril de 2020 por estudiantes de administración y gestión empresarial de la Universidad Politécnica de Victoria, obteniéndose una muestra de 236 respuestas, de las cuales se descartaron diecinueve porque presentaron inconsistencias y el análisis se hizo con 217 elementos. Posteriormente se

realizó el análisis de fiabilidad de la escala del instrumento a través del Alfa de Cronbach, obteniéndose un valor de este indicador de 0.875, el cual es aceptable.

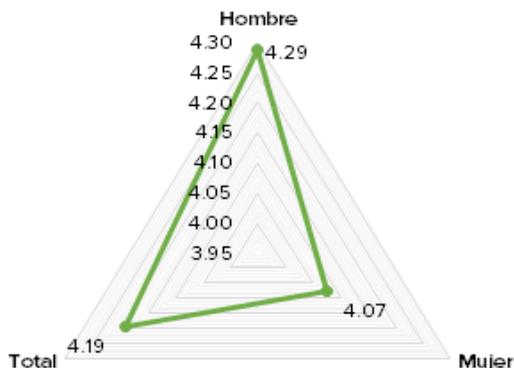
Los datos se procesaron en el software IBM SPSS versión 25 y los cuadros de salida se trabajaron en formato gráfico en Excel. Las técnicas de análisis de los datos fueron el análisis de frecuencias, de datos descriptivos como el valor de la media y la comparación de medias a través del análisis de varianza (ANOVA) de un factor para muestras relacionadas. Lo anterior para identificar las variables sociodemográficas, el nivel de percepción de gestión de la RSC por parte de los directivos y para identificar las diferencias existentes entre hombres y mujeres en la gestión de la RSC, en ese orden. Una vez identificada la existencia de diferencias en la RSC entre hombre y mujeres, se aplicó el análisis de la prueba *post hoc* de Scheffé para identificar en que materias de la RSC se encontraron esas diferencias.

Responsabilidad social corporativa en las microempresas de Victoria, Tamaulipas

El perfil identificado de los directivos encuestados de las micro y pequeñas empresas de Victoria Tamaulipas fue el siguiente: 55.3% hombres y 44.7% mujeres, 67.3% tiene hijos y 53% están casados. La edad promedio fue de 38 años, sin diferencias significativas ($p > 0.05$) entre hombres (39.4 años) y mujeres (37 años).

Se encontraron diferencias significativas en la gestión de la responsabilidad social corporativa entre los microempresarios según su sexo; los microempresarios perciben realizar mayor gestión de la responsabilidad social corporativa que las microempresarias ($p < 0.05$).

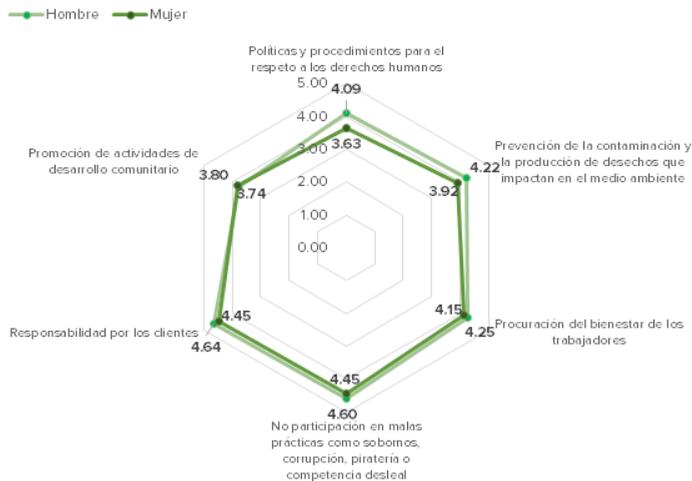
Figura 1. Diferencias en la gestión de la responsabilidad social corporativa por sexo de los microempresarios en Victoria, Tamaulipas



Fuente: Elaboración propia.

El análisis por indicadores de la responsabilidad social corporativa indicó que es en las políticas y procedimientos para el respeto a los derechos humanos y en la prevención de la contaminación y la producción de desechos que impactan en el medioambiente en los que se encuentran las diferencias ($p < 0.05$).

Figura 2. Diferencias en la gestión de la responsabilidad social corporativa por sexo de los microempresarios en Victoria, Tamaulipas según sus dimensiones



Fuente: Elaboración propia.

Los resultados encontrados coinciden parcialmente con los encontrados por Peña, Serra y Ramón (2017) en el que identifica que el grado de conocimiento de la RSC de los directores de empresas del ramo hotelero en la región Caribe colombiana se ve influenciado, entre otros factores por el sexo de éstos.

En la introducción se mencionó que sexo y género no siempre se corresponden, pero sí es posible encontrar similitudes, de esta manera se tiene que las diferencias encontradas en este estudio entre hombres y mujeres no coincide en cierta medida con lo encontrado por Martínez, Arcas y García (2011) quienes hallaron que las mujeres participan más en la toma de decisiones de empresa de economía social, pero eso no afecta a la RSC ni a sus dimensiones.

Ante lo anterior es importante considerar que en el presente estudio se efectuó el análisis de manera general para empresas de diferentes sectores, giros y actividades, por ello las coincidencias y diferencias con otros estudios deben tomarse con cierta reserva, ya que en la literatura no se identifican

estudios similares en unidades de análisis, sector y actividad a los abordados en el presente trabajo.

Conclusión

Una vez realizado el estudio se concluye que se logró el objetivo de identificar las diferencias que existen entre los directivos de micro y pequeñas empresas de Victoria Tamaulipas sobre la gestión de la responsabilidad social corporativa en sus negocios según su sexo. Se aportó evidencia empírica a favor de la hipótesis de trabajo planteada al constatarse que existen diferencias significativas en la gestión de la responsabilidad social corporativa entre hombres y mujeres que dirigen las micro y pequeñas empresas de Victoria, Tamaulipas en México.

La identificación de las diferencias en las políticas y procedimientos para el respeto a los derechos humanos, así como en la prevención de la contaminación y la producción de desechos que impactan en el medioambiente puede tener su origen en la amplia difusión que se ha dado a los efectos que la actividad antropogénica ha tenido sobre el entorno que le rodea y a la sensibilización sobre los aspectos de la vida en sociedad que debe prevalecer para una vida en paz y armonía.

Con lo anterior se pudo responder a las dos preguntas de investigación planteadas y qué dieron origen a este estudio, ¿Qué diferencias existen en la gestión de la responsabilidad social corporativa entre hombres y mujeres que poseen un negocio en Victoria Tamaulipas? De manera puntual, se puede decir que la respuesta es que las diferencias que existen en dicha gestión son significativas, siendo los varones quienes realizan una mayor gestión relacionada con las prácticas socialmente responsables. Sobre el cuestionamiento ¿En qué materias de la responsabilidad social corporativa existen diferencias en la gestión de los microempresarios y microempresarias de Victoria, Tamaulipas? La respuesta fue en las políticas y procedimientos para el respeto a los derechos humanos, así como en la prevención de la contaminación y la producción de desechos que impactan en el medioambiente.

Por otra parte, es importante destacar que la responsabilidad por los clientes fue la que puntuó o en la que se obtuvo el promedio más alto para ambos sexos, lo cual se puede inferir que se debe a que toda empresa requiere de estos para su supervivencia, puesto que su propósito es satisfacer alguna necesidad de éste mediante la provisión del bien o servicio que elabora.

La promoción de actividades de desarrollo comunitario con gente de la comunidad en donde se encuentra ubicada obtuvo la puntuación más baja, tal vez porque éstas actividades no están reguladas, no hay generalmente normatividad, legislación o regulación en términos generales que incentive a las empresas a implementar acciones de este tipo, que pudieran ser

consideradas meramente filantrópicas y al no redituárles ni verse en riesgo de sanciones por no cumplir cierta normatividad como ocurre, por ejemplo con la cuestión medioambiental, no las aplica, además de que tienen un costo.

Las inferencias que se plantean en los párrafos anteriores se deben a la naturaleza exploratoria de este estudio, por lo que se sugiere como pesquisas futuras la realización de estudios concluyentes o explicativos para atender estas lagunas en el conocimiento sobre la responsabilidad social corporativa. Así mismo, algunas de las líneas de investigación a seguir pueden ser replicar el estudio por género para constatar con evidencia empírica el planteamiento de cómo la construcción social influye en la sensibilización e identificar si efectivamente las personas que se reconocen con género diferente a su sexo por condición biológica tienen las características con las que se identifican. Respecto a la responsabilidad social empresarial sería interesante un estudio del grado en que las empresas están en condiciones de recursos para la adopción de prácticas responsables en general y comparativamente por cada dimensión, ya no la percepción, sino la capacidad real que cada empresa tiene para su adopción.

Referencias bibliográficas

- Adnan, Shayuti Mohamed; David Hay, Chris J. van Staden (2018). The Influence of Culture and Corporate Governance on Corporate Social Responsibility Disclosure: A Cross Country Analysis, *Journal of Cleaner Production*, Volume 198, Pages 820-832, ISSN 0959-6526, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.07.057>.
- Aguilar Rascón, Peña Ahumada y Posada Velázquez (2021). *Innovación e industria 4.0 en las micro y pequeñas empresas en América Latina*. Edit. McGraw Hill. ISBN: 978-1-4562-8206-6.
- Cerdá, E., y Aygún K. *Economía circular, estrategia y competitividad empresarial*. 10 pág. <https://www.mincotur.gob.es/Publicaciones/Publicacionesperiodicas/EconomiaIndustrial/RevistaEconomiaIndustrial/401/CERD%C3%81%20y%20KHALILOVA.pdf>.
- Chung, C. Y., Jung, S., Young, J. Do. CSR Activities Increase Firm Value? Evidence from the Korean Market. *Sustainability* 2018, 10, 3164. <https://doi.org/10.3390/su10093164>.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (2003). La responsabilidad social corporativa en un marco de desarrollo sostenible. Editorial CEPAL. <https://www.cepal.org/es/publicaciones/5779-la-responsabilidad-social-corporativa-un-marco-desarrollo-sostenible#:~:text=La%20definici%C3%B3n%20de%20responsabilidad%20social,del%20empleo%20de%20buenas%20pr%C3%A1cticas%22>.

- Daú, G., Scavarda, A., Scavarda, L. F., yPortugal, V. J. T. The Healthcare Sustainable Supply Chain 4.0: The Circular Economy Transition Conceptual Framework with the Corporate Social Responsibility Mirror. *Sustainability*. 2019; 11(12):3259. <https://doi.org/10.3390/su11123259>.
- Hartley, K, Steffen Schülzchen, Conny A. Bakker y Julian Kirchherr (2023). A Policy Framework for the Circular Economy: Lessons from the EU, *Journal of Cleaner Production*, Volume 412, 137176, ISSN 0959-6526, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.137176>.
- ISO: organización Internacional de Normalización (2023). Norma ISO 26000. Responsabilidad social. ISO 26000 *Visión general del proyecto*. https://www.iso.org/files/live/sites/isoorg/files/archive/pdf/en/iso_26000_project_overview-es.pdf.
- Jin, Y. (2022), Firm Misvaluation and Corporate Social Responsibility*. *Asia Pac J Financ Stud*, 51: 517-540. <https://doi.org/10.1111/ajfs.12373>.
- Kotler, P., y Lee, N. (2005), *Corporate Social Responsibility: Doing Good for Your Company and Your Cause*, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Martínez, I. M., ARCAS, N., y García, M. (2011). La Influencia del Género sobre la Responsabilidad Social Empresarial en las Entidades de Economía Social. *REVESCO. Revista de Estudios Cooperativos*, (105), 143-172. DOI: 10.5209/rev_REVE.2011.v105.6.
- O'Connor, Amy y Mark Meister (2008). Corporate Social Responsibility Attribute Rankings. *Public Relations Review*, Volume 34, Issue 1, Pages 49-50, ISSN 0363-8111, <https://doi.org/10.1016/j.pubrev.2007.11.004>.
- ONU. Organización de las Naciones Unidas (2023). Documentación de la ONU : Desarrollo. Introducción, 2000-2015. <https://research.un.org/es/docs/dev/2000-2015>.
- Peña, D. D., Serra, A., y Ramón, J. (2017). Factores determinantes del conocimiento de la responsabilidad social empresarial en el sector hotelero del caribe colombiano. *Revista Ibero Americana de Estrategía*, 16(2), 104-124.
- WHO, en español Organización Mundial de la Salud (2023). Género y salud: Datos y cifras. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/gender>.

Sobre los coordinadores y los autores

Economía Circular en la industria manufacturera textil en Tepeji del Río, Hidalgo

Marisol Reséndiz Vega

Química bacterióloga y parasitóloga (QBP), egresada de la escuela Nacional de Ciencias Biológicas (ENCB), del IPN, candidata a Dra. en Ingeniería de sistemas empresariales por el Instituto Tecnológico Latinoamericano (ITLA). Profesora de tiempo completo de las carreras de Contabilidad y Administración. Ha escrito 20 artículos científicos y seis capítulos de libro. Ha realizado cuatro proyectos de consultoría y asesoría para la empresa. Ha dirigido diez tesis de maestría. Ha asesorado tesis de ingeniería. Cuenta con el reconocimiento de perfil deseable de PRODEP. Línea de investigación: creación de organizaciones sostenibles. Actualmente líder del cuerpo Académico Modelos Administrativos, Contables y Fiscales. Acreedora del premio a la Innovación Tecnológica 2023 en el Estado de Hidalgo.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8199-6548>

ResearchGate: <https://www.researchgate.net/profile/Marisol-Resendiz>

Transformación del modelo de negocio lineal al circular, barreras por superar para lograr la transición a una economía circular

Víctor Manuel Molina Morejón

Ingeniero Mecánico por Universidad Central de Las Villas UCLV, Cuba (1968) y Doctor en Ciencias Técnicas por el Instituto Politécnico de Odessa, Ucrania-URSS y la Universidad Tecnológica de la Habana “José Antonio Echeverría” (1986). Ha sido profesor y colaborador en universidades de Europa del Este, Brasil, Argentina, Perú, Panamá y México, cuenta con dos patentes sobre bombeo de soluciones altamente viscosas y es Professional Certificate cómo consultor en planes y modelos de negocio por la Universidad de Salamanca (2016). Actualmente es catedrático investigador, en los programas de licenciatura, maestrías y doctorado de la Facultad de Contaduría y Administración de la Universidad Autónoma de Coahuila; cuenta con perfil PRODEP, tiene el Nivel 1 del Sistema Nacional de Investigadores y es miembro del Cuerpo Académico, Consolidado, Gestión de las Organizaciones. Sus líneas de investigación son administración y gestión de la tecnología, gestión eficiente de energía y sostenibilidad. Es autor de tres libros, 17 capítulos de libro, 42 artículos científicos; director de 15 tesis de doctorados en Administración y Alta Dirección (AAD) y 16 de la maestría en AAD.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9194-0840>

ResearchGate: <https://www.researchgate.net/profile/Victor-Molina-6>

Gloria Cristina Palos Cerda

Licenciada en administración y gestión por la Universidad Politécnica de San Luis Potosí, UPSLP (2000 a 2005), realizó una estancia en el Programa Formación de Negocios México - China en Hangzhou, China (2006 a 2007), un Máster en Business Administration en Andhra University, India (2008-2010), es doctora por la Universidad Autónoma de Coahuila en el Programa de Administración y Alta Dirección del Padrón del Programa Nacional de Posgrados de Calidad (REF. 000517). Desde el 2012, es profesor bilingüe de tiempo completo en la Academia de Administración y Gestión Nivel “B” de las asignaturas de Comunicación en los negocios, desarrollo de competencias profesionales y consultoría de negocios. Miembro del Cuerpo Académico Desarrollo Local y Competitividad Empresarial y es candidata al Sistema Nacional de Investigadores (2023-2026), del Consejo Nacional de Humanidades, Ciencia y Tecnología; siendo sus principales líneas de investigación la gestión de negocios e innovación. A la fecha cuenta con más de 25 publicaciones relacionadas al tema con enfoque en los sectores económicos, PYME.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1467-982X>

ResearchGate: <https://www.researchgate.net/profile/Cristina-Palos>

Jesús Gerardo Morales Rivas

Licenciado en administración de empresas con acentuación en comercialización (2005-2010) en la Facultad de Contaduría y Administración, graduado con mención honorífica presentando tesis de licenciatura con el tema de: Logística: transporte y suministro de Inventario para una pyme (2010). Maestro a por la Universidad Autónoma de Coahuila en el Programa de Administración y Alta Dirección del Padrón del Programa Nacional de Posgrados de Calidad, ha publicado en editoriales como Springer con el tema de tesis en el libro *Techniques, Tools and Methodologies Applied to Global Supply Chain Ecosystems*, con el capítulo VIII titulado: “Supply Chain in Small and Medium-Sized Enterprises in the Furniture Industry”. Actualmente está concluyendo sus estudios de doctorado por la Universidad Autónoma de Coahuila en el Programa de Administración y Alta Dirección del Padrón del Programa Nacional de Posgrados de Calidad (REF. 000517). Desde el 2022 es maestro de apoyo con algunas horas en la Facultad de Contaduría y Administración.

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-1124-699X>

ResearchGate: <https://www.researchgate.net/profile/Jesus-Morales-33>

El sistema agropecuario local (SIAL) en la perspectiva de la economía circular

Isidro Guillermo Rosales Salinas

Máster en ciencias agropecuarias y recursos naturales. Profesor de asignatura del Centro Universitario Tenancingo en la Universidad Autónoma del Estado de México (UAEMéx). Estudiante del programa doctoral en Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales en la Universidad Autónoma del Estado de México.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5506-6360>

ResearchGate: https://www.researchgate.net/profile/Isidro_Rosales

Jessica Alejandra Avitia Rodríguez

Doctorado en sostenibilidad por la Universidad Politécnica de Cataluña. Profesora investigadora en el Centro Universitario UAEMéx Tenancingo. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores (SNI) nivel I, CONACYT. Profesora con reconocimiento de perfil deseable docente, SEP.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0525-9041>

ResearchGate: <https://www.researchgate.net/profile/Jessica-Alejandra-Avitia-Rodriguez-2>

Javier Jesús Ramírez Hernández

Doctorado en ciencias Sociales por El Colegio Mexiquense. Profesor e investigador en el Centro de Estudios e Investigación en Desarrollo Sustentable (CEDES), UAEMéx. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores (SNI) nivel I, Conacyt. Profesor con reconocimiento de perfil deseable docente, SEP. Integrante y líder del cuerpo académico “Desarrollo Sustentable, Sociedad y Ambiente” con registro en la SEP. Coordinador del capítulo iberoamericano de la asociación Internacional de Economía Aplicada (ASEPELT).

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1716-3554>

ResearchGate: <https://www.researchgate.net/profile/Javier-Jesus-Ramirez-Hernandez-2153205822>

La importancia de la economía circular para el crecimiento sostenible. Caso: Recicladora del Sureste Mexicano

Nancy Verónica Sánchez Sulú

Contador público y auditor de profesión, con maestría en habilidades directivas y doctorado en administración. Es profesor de tiempo completo en la Facultad de Ciencias Económicas Administrativas de la Universidad Autónoma del Carmen. Gestora de las licenciaturas a distancia, así como líder del Cuerpo académico contaduría, innovación, desarrollo y emprendimiento, y líder de la Academia de emprendedores. Cuenta con perfil deseable PRODEP, así como de la certificación académica por ANFECA. Participa en el núcleo académico básico de la Maestría en dirección empresarial de la Universidad Veracruzana. De igual forma ha participado como par evaluador en diversos organismos educativos y en arbitrajes en revistas y congresos. Ha escrito libro, capítulos de libros y artículos en las líneas de investigación de: emprendimiento, innovación educativa, sustentabilidad, mercadotecnia, gestión

empresarial y contaduría. Miembro de diversas redes académicas y de investigación. Correo de contacto: nsanchez@pampano.unacar.mx

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2149-1374>

ResearchGate: <https://www.researchgate.net/profile/Nancy-Sanchez-17>

Cecilia Margarita Calvo Contreras

Maestra en educación con especialidad en administración de la educación superior, por el Instituto de Ciencias y Estudios Superiores de Tamaulipas (ICEST). Licenciada en administración de empresas por la Universidad Veracruzana, región Xalapa. Profesora de tiempo completo en la Universidad Autónoma del Carmen de 1999 a la fecha. Participación docente en las áreas de desarrollo humano, administración general, administración de recursos humanos. Correo de contacto ccalvo@pampano.unacar.mx

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-4579-6160>

ResearchGate: <https://www.researchgate.net/profile/Cecilia-Calvo-Contreras>

Alicia Sánchez De La Cruz

Contador público y auditor, maestría en finanzas y doctorado en administración. Es profesor de tiempo completo en la Facultad de Ciencias Económicas Administrativas de la Universidad Autónoma del Carmen. Miembro del cuerpo académico contaduría, innovación, desarrollo y emprendimiento. Cuenta con perfil deseable PRODEP, así como de la Certificación Académica por ANFECA. Correo de contacto asdelacruz@delfin.unacar.mx

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7477-3968>

ResearchGate: <https://www.researchgate.net/profile/Alicia-Sanchez-De-La-Cruz>

Residuos alimentarios en Tenancingo, Estado de México: Análisis de su cuantificación desde la economía circular

Jonathan Ramírez Sánchez

Licenciado en relaciones económicas internacionales. Estudiante de posgrado en la maestría de ciencias agropecuarias y recursos naturales en el Centro Universitario UAEMéx Tenancingo. Profesor en etapa inicial.

ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-6797-8154>

ResearchGate: <https://www.researchgate.net/profile/Jonathan-Ramirez-Sanchez-2>

Jessica Alejandra Avitia Rodríguez

Doctorado en sostenibilidad por la Universidad Politécnica de Cataluña. Profesora investigadora en el Centro Universitario UAEMéx Tenancingo. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores (SNI) nivel uno. Profesora con reconocimiento de perfil deseable docente, SEP.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0525-9041>

ResearchGate: <https://www.researchgate.net/profile/Jessica-Alejandra-Avitia-Rodriguez-2>

Javier Jesús Ramírez Hernández

Doctorado en ciencias sociales por el Colegio Mexiquense, A.C. Investigador en el Centro de Estudios e Investigación en Desarrollo Sustentable de la UAEMéx. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores (SNI) nivel uno. Profesor con reconocimiento de perfil deseable docente, SEP.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1716-3554>

ResearchGate: <https://www.researchgate.net/profile/Javier-Jesus-Ramirez-Hernandez-2153205822>

Evaluación de servicios universitarios en la Maestría en economía circular de la Universidad Tecnológica de Querétaro desde la perspectiva estudiantil

Lourdes Magdalena Peña Cheng

Coordinadora de la maestría en economía circular y profesora de tiempo completo en la Universidad Tecnológica de Querétaro. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores. Con experiencia docente y tutorial de 25 años. Evaluadora en prodep, CONAHCYT y miembro de comités académicos de CENEVAL. Con interés por contribuir a los procesos de formación de capital humano a través del fortalecimiento de las competencias clave para el aprendizaje permanente.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7527-0513>

ResearchGate: <https://www.researchgate.net/profile/Lourdes-Magdalena-Peña-Cheng>

Isela Prado Rebolledo

Profesora de tiempo completo en la Universidad Tecnológica de Querétaro de la División Ambiental (Energías renovables y tecnología ambiental). Con experiencia docente y tutorial de 20 años. Perfil deseable (desde 2006). Con interés por contribuir en los procesos de formación de capital humano a través del fortalecimiento de las competencias a través del proceso enseñanza-aprendizaje, de forma integral y sostenible.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3091-0983>

ResearchGate: <https://www.researchgate.net/profile/Isela-Rebolledo>

Luis Gerardo Mendoza Araujo

Profesor de tiempo completo en la Universidad Tecnológica de Querétaro, con 11 años de experiencia docente y 21 años de experiencia profesional en el área de análisis químicos y proyectos de sustentabilidad con la aplicación de ecotecias. Con interés en fomentar y promover la concientización en el cuidado de los recursos naturales, principalmente agua.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8453-6053>

ResearchGate: <https://www.researchgate.net/profile/Luis-Mendoza-88>

Clara Margarita Tinoco Navarro

Profesora en la Universidad Tecnológica de Querétaro a nivel pregrado en ingeniería ambiental y posgrado en la maestría en economía circular. Con experiencia de 22 años en el desarrollo e implementación de proyectos relacionados con educación ambiental, fortalecimiento de capacidades locales para el desarrollo sostenible, gestión y gobernanza del agua para la adaptación al cambio climático.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0346-7517>

ResearchGate: <https://www.researchgate.net/profile/Clara-Margarita-Navarro>

Un modelo moral afectivo para el desarrollo de la economía circular. Una opción contra la barrera cultural

Víctor Hugo Robles Francia

Doctor en estudios organizacionales por la Universidad Autónoma Metropolitana, miembro del Sistema Nacional de Investigadores del Conahcyt. Profesor investigador de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Cuenta con publicaciones en revistas indexadas a nivel nacional e internacional. Fundador del Centro de ética y estudios organizacionales. Autor de cuestionario de la competencia moral emocional, el Índice E, y la didáctica original acerca del desarrollo de la competencia moral emocional. Miembro de la red mexicana de investigadores en estudios organizacionales.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1046-4768>

ResearchGate: <https://www.researchgate.net/profile/Victor-Hugo-Robles-Francia>

Adriana Mariela de la Cruz Caballero

Doctora en planeación estratégica y dirección de tecnología, por la Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores del Conahcyt. Profesora del Tecnológico Nacional de México. ITS Centla. Ha publicado artículos de investigación en revistas a nivel nacional e internacional, y capítulos de libro sobre estudios organizacionales, ética y educación.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7155-5204>

ResearchGate: <https://www.researchgate.net/profile/Adriana-Mariela-Caballero>

Nancy Fabiola Martínez Cervantes

Maestra y doctora en estudios organizacionales por la UAM-Iztapalapa, Miembro del Sistema Nacional de Investigadores, nivel Candidata. Profesora investigadora, responsable de la línea de investigación: intervención para la innovación de procesos INP, del doctorado en intervención en las Organizaciones DIO en la UAM-A. Tiene más de trece publicaciones relacionadas con la tecnología, el conocimiento e intervención.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1629-8003>

ResearchGate: <https://www.researchgate.net/profile/Nancy-Martinez-Cervantes>

Víctor Adrián Robles Ramos

Licenciado en sociología por la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Estudiante de la maestría en sociología por la Universidad Autónoma Metropolitana. Miembro de la Red Académica Internacional de estudios organizacionales en América Latina el Caribe e Iberoamérica. Cuenta con publicaciones de artículos de investigación a nivel nacional e internacional, en revistas indexadas en CONAHCYT, Scielo sobre estudios sociológicos en las organizaciones y educación.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3949-7176>

ResearchGate: <https://www.researchgate.net/profile/Victor-Robles-12>

Economía circular aplicada a los residuos de la venta y cría de productos del avestruz en México

Cecilia Erika Ramírez Alba

La Dra. Cecilia Erika Ramírez Alba es egresada de la Licenciatura en Ingeniería Biomédica, maestría en ciencias en materiales, doctorado en procesos biotecnológicos de la Universidad de Guadalajara. Además, estudio una especialidad en sistemas electromecánicos (MEMS) en el Instituto de Estudios Superiores de Irapuato y la especialidad en dictaminación pericial en el Instituto Jalisciense de Ciencias Forenses y es miembro del Sistema Nacional de Investigadores como candidato. Su área de investigación es el estudio del hueso, cartílago, tendón y colágeno de diversas especies animales, en particular el del avestruz ya que al aplicar economía circular residuos de la cría y venta de productos del avestruz han mostrado cualidades químicas y mecánicas muy similares a las del cuerpo humano para el desarrollo de implantes biomédicos de trompas uterinas, duramadre en cerebro y estructuras óseas. Al aplicar economía circular a los desechos del desarrollo de implantes, ha desarrollado suplementos alimenticios de uso médico humano y veterinario para mejorar las condiciones óseas en pacientes con deterioro óseo por crecimiento u osteoporosis. Debido al profundo conocimiento que estos materiales requieren, en paralelo ha diversificado su investigación en hueso, cartílago, tendón y colágeno al área de ciencias forenses en donde mediante espectroscopía de Raman ha analizado el deterioro de estas estructuras logrando detectar los mecanismos de deterioro para desarrollar un software forense para la estimación del intervalo post mortem el cuál puede ser útil para apoyar el trabajo de los peritos forenses en la actual crisis forenses que enfrenta el todo el país. Actualmente desarrolla un protocolo de identificación humana analizando también mediante espectroscopía de

Raman los fitolitos del sarro dental con el propósito de identificar minerales propios de los alimentos de cada región del país y así poder identificar de manera óptima cadáveres que se encuentran en avanzado proceso de descomposición o que han sido desmembrados, de esta forma las familias dolientes que buscan desaparecidos logran con más rapidez y certeza encontrar a su ser querido y descansar del desgaste que esto implica en su vida familiar. Obtuvo un reconocimiento en derechos humanos por la Universidad de Guadalajara. Además de sus actividades académicas y científicas tiene el gusto por impulsar la ciencia a edades tempranas y el arte por lo que participa activamente como patrocinador de eventos culturales y científicos.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7670-7104>

ResearchGate: <https://www.researchgate.net/profile/Cecilia-E-Ramirez-Alba>

Jesús Máximo Montes Díaz

El Dr. Jesús Máximo Montes Díaz es egresado de la licenciatura en ingeniería en comunicaciones y electrónica, doctorado en tecnologías de la información de la Universidad de Guadalajara, maestría en sistemas de calidad por el Tecnológico de Monterrey. Además, cursó un diplomado en redes en el Instituto Tecnológico de Estudios Superiores (ITESO), tiene la certificación de Black Belt Six Sigma, es SCRUM Master y Project Manager para la empresa ORACLE. Su área de investigación es la ciencia de datos aplicada a sistemas de calidad, blockchain, ciencia en materiales, biotecnología y ciencia Forense. Ha publicado varios artículos relacionados a la aplicación de ciencia de datos en estas áreas en colaboración con IBM. Aplicando economía circular y ciencia de datos a los residuos de la cría y venta de productos del avestruz ha logrado desarrollar implantes biomédicos; estos implantes biomédicos compitieron en el Concurso de Emprendimiento de Alto Impacto en el ITESO 2021 obteniendo el 3er. lugar. Gracias a este concurso de logró emprender en OTB México. También aplicando ciencia de datos a logrado desarrollar software para aplicación forense, en específico la estimación del intervalo post mortem; es decir cuándo murió un individuo. Actualmente, aplica ciencia de datos a muestras de sarro dental para identificación humana. En la industria de las tecnologías de la información participa en la mejora de procesos con grupos de alto rendimiento aplicando marcos de trabajo como SCRUM y metodologías como (Project Management Professional) PMP impulsa la ciencia a edades tempranas por lo que participa en la divulgación de ella siendo patrocinador de concursos de dibujo enfocados a STEM y escritor de un libro para audiencia infantil; así como en el arte aplicando economía circular a los cascarones del huevo de avestruz y estructuras óseas.

ORCID: <http://orcid.org/000-0002-5931-2338>

ResearchGate: <https://www.researchgate.net/profile/Jesus-Montes-8>

Economía circular y su importancia en la creación de nuevos empleos: Caso de estudio México

Héctor Guadalupe Ramírez-Escamilla

Estudió la licenciatura en ingeniería ambiental (2018-2022) en la Unidad Profesional Interdisciplinaria de Biotecnología (UPIBI) del Instituto Politécnico Nacional, en la Ciudad de México, en donde realizó la publicación de un artículo titulado “ Plan de negocio para la producción de biometano envasado en tanques, como propuesta de aprovechamiento para residuos de estiércol” con el propósito de demostrar la rentabilidad y las ventajas ambientales de usar biocombustibles. Su principal línea de investigación es manejo, gestión y aprovechamiento de residuos textiles bajo el enfoque de la economía circular.

E-mail: hramireze1500@alumno.ipn.mx

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9440-4644>

María Concepción Martínez Rodríguez

Profesora investigadora del Centro Interdisciplinario de Investigaciones y Estudios sobre Medio Ambiente y Desarrollo (CIEMAD) del Instituto Politécnico Nacional (IPN). Doctora en política pública egresada de la Escuela de Graduados en administración pública y política pública del Tecnológico de Monterrey, cuenta con la maestría en administración pública y políticas públicas por la misma institución, y la carrera de ingeniero químico industrial por el Instituto Politécnico Nacional.

Su experiencia profesional se ha desarrollado en el Sector académico, ha publicado libros, artículos científicos, participación en congresos nacionales e internacionales, dirigido proyectos de investigación, en políticas públicas, gobernanza, gestión ambiental, cambio climático, desarrollo sustentable y Transdisciplina, pertenece al Sistema Nacional de Investigadores. Actualmente coordina el Tlani Nantli Tour en el IPN, grupo de investigación dedicado a la difusión de la ciencia; en el sector gobierno trabajo en la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat) como Subdirectora de Movimientos Transfronterizos y Asuntos Internacionales y en el sector privado cuenta con una experiencia de más de 10 años en empresas transnacionales.

E-mail: mcmartinezr@ipn.mx

ORCID:<https://orcid.org/0000-0003-3094-5411>

ResearchGate: <https://www.researchgate.net/profile/Maria-Martinez-Rodriguez-2/research>

Scholar Google: <https://scholar.google.com/citations?hl=es&user=NByc9WUAAAAJ&authuser=2>

Martín C. Vera Martínez

Doctor en gobierno y administración pública, Universidad Complutense de Madrid; Asesor del Senado de la República, LIV y LXII Legislaturas y de la Cámara de Diputados, legislaturas LIII, LIV, LV, LVI, LVII, LVIII, LIX, LX, LXI y LXII. Secretario Técnico del Instituto Nacional de Migración y Secretario técnico de la Visitaduría General de la PGR. Profesor-investigador de tiempo completo de la Universidad Autónoma de Baja California, Ha impartido cátedra en la UNAM, el ITESM, el Instituto Internacional del Derecho y del Estado y la Universidad Autónoma de la Ciudad de México en

licenciatura, maestría y doctorado. Consejero consultivo de transparencia y acceso a la información de Baja California. Perfil deseable PRODEP y Miembro C del SNI.

Miembro de: Red Mexicana por el Servicio Profesional de Carrera; Consejo Asesor de la Revista Buen Gobierno; Instituto Nacional de Administración Pública; CLAD y del Grupo de Investigadores en Administración y Políticas Públicas España-Latino América. Consejero consultivo de transparencia del Estado de Baja California. Coordinador general del observatorio de seguimiento a las propuestas de campaña UABC-IEEBC.

E-mail: martin.vera@uabc.edu.mx.

Líneas de investigación: administración pública, transparencia, rendición de cuentas, gobierno abierto, corrupción.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3415-9357>

Dispositivo electrónico sustentable como estrategia para evitar el desbordamiento de contenedores de basura

Mario Kevin Montoya Ramírez

Originario de San Luis Potosí, realiza estudios en computación y música simultáneamente a su educación media superior; obtiene grado de bachiller con especialidad en Informática en el COBACH del Estado de San Luis Potosí Plantel 01; actualmente, cursa el séptimo semestre de la carrera de ingeniería mecatrónica en el Instituto Tecnológico de San Luis Potosí. Participante activo en las bellas artes y artes marciales, obteniendo en esta última cinta negra segundo grado en diciembre de 2022, disciplina que contribuye con el equilibrio en su vida. Estudiante asiduo en la aceptación de retos en diversas disciplinas como innovación tecnológica y de habilidades como la investigación y la integración de valores sustentables.

Contador Regla de los 24 segundos, Caso de Estudio en Sector de Educación Básico

Jesús Iván Méndez Sánchez

Egresado con reconocimiento por promedio como bachiller de la Escuela Preparatoria Lic. Jesús Silva Herzog, actualmente realiza residencia profesional en el área de mantenimiento electrónico en Industria Vidriera del Potosí, como parte final del programa de Ingeniería Mecatrónica del Instituto Tecnológico de San Luis Potosí. Participante activo en proyectos sociales y académicos en función de aportación sustentable; habilidad en programación y automatización de procesos y equipos.

Aerogenerador sustentable para zona rural

Uriel Rodríguez Palacios

Técnico en mantenimiento industrial, egresado de la escuela preparatoria CECYTE III. Cursa el noveno semestre de la carrera de ingeniería electrónica en el Instituto Tecnológico de San Luis Potosí, con un enfoque en robótica y tecnologías emergentes. Exploración futura en el campo de la electrónica motivada por el interés en investigar, innovar y abordar temas de sostenibilidad.

Fabian Jared Andrade Domínguez

Bachiller en la escuela Preparatoria Lic. Jesús Silva Herzog. Actualmente cursa el noveno semestre de la carrera ingeniería electrónica en el Instituto Tecnológico de San Luis Potosí con especialidad en robótica y tecnologías emergentes. Particular interés en los temas de sustentabilidad, innovación e investigación en el ámbito electrónico para desarrollar proyectos que impacten el futuro de la sociedad.

Juan Pablo Narvárez Alonso

Egresado de la Escuela Preparatoria Profra. Margarita Cárdenas de Rentería, cursando el noveno semestre en la carrera de ingeniería electrónica en el Instituto Tecnológico de San Luis Potosí, con la especialidad de robótica y tecnologías emergentes. Interés en el desarrollo y aplicación de robots y sistemas autónomos en diferentes ámbitos, como la medicina, la industria, la exploración espacial, sostenibilidad, entre otros.

Módulo de carga inalámbrica MCI. Innovación tecnológica en un plantel educativo

Alejandro Emilio Pizaña Castro

Técnico especializado en electrónica por el Centro de Bachillerato Tecnológico Industrial y de Servicios Número 121. Continúa sus estudios en el Instituto Tecnológico de San Luis Potosí, en donde actualmente cursa el sexto semestre en la carrera de ingeniería mecatrónica. Autor del desarrollo de proyecto de hidroponía implementado en el CBTis 121, el cual permite un cultivo eficiente basado en prácticas sostenibles. Interés particular en el aprovechamiento de energía solar. La innovación tecnológica para crear soluciones ecológicas, es una línea de investigación que sugiere dentro de su currícula profesional.

Ximena Ventura Saldaña

Egresada de la preparatoria José María Vilaseca, en el municipio de Santa María del Río, actualmente esta cursando el noveno semestre de la carrera de ingeniería de mecatrónica en el Instituto Tecnológico de San Luis Potosí. Participante activa en propuestas académicas en función de la tecnología en energías limpias.

Roberto Tristán Méndez

Técnico en Mecatrónica, egresado del plantel 2, del Cecyte con proyecto de titulación en referencia a CNC. Habilidad en programación de microcontroladores y PLC's. Participante en eventos nacionales tales como el de desarrollo de programadores de LEGO en 2018, logrando un 3 lugar. Cuenta con proyectos de programación: brazos robóticos, hidráulico, mecánico controlados por diversos microcontroladores. Actualmente cursa el sexto semestre de Ingeniería Mecatrónica en el Instituto Tecnológico de San Luis Potosí.

Jonathan Ulises Palomo Ramos

Técnico Mecatrónico por el Centro de Bachillerato Tecnológico Industrial y de Servicios (CBTIs) No. 121. Participante en curso en Tecnologías de la Información y

las Comunicaciones (TIC), otorgándole un reconocimiento institucional. Desarrollo de proyectos en áreas como la programación, desarrollo de circuitos electrónicos, neumáticos e instalaciones eléctricas. Actualmente cursa el sexto semestre de la carrera de ingeniería mecatrónica en el Instituto Tecnológico de San Luis Potosí.

Diseño de un modelo de negocio circular del sector alimenticio aplicando inteligencia artificial. Estudio de caso Conservas Santa Rosa Guanajuato

Francisco Javier Velázquez Sagahón

Doctor en estudios organizacionales por la Universidad Autónoma Metropolitana. maestro en administración por la Universidad de Guanajuato. Ingeniero en sistemas computacionales por el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. Diplomado en Gestión Universitaria por la Organización Universitaria Interamericana con pasantía en la Escuela de Tecnología Superior ETS en Montreal, Canadá. Desde 2004 profesor-investigador titular y desde 2021 director del Departamento de Estudios Organizacionales en la Universidad de Guanajuato. Profesor invitado por la Universidad de Shiga, Japón (2015), Universidad Complutense de Madrid y la Universidad de Barcelona, España (2017), así como la Universidad de Chitkara, en la India (2018). Ha sido directivo en el área de sistemas de información en diferentes organizaciones privadas (1986-2004). Coordinador del Cuerpo Académico nivel “Consolidado” de Estudios Organizacionales. Profesor con reconocimiento al perfil Prodep y miembro del Sistema Nacional de Investigadores nivel I del Conahcyt, México.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1283-4339>

ResearchGate: <https://www.researchgate.net/profile/Francisco-Velazquez-Sagahon>

Juan Iván Vázquez García

Doctor en Ciencias del desarrollo humano, por la Universidad del Valle de Atemajac, Campus León. Maestro en administración de personal y licenciado en relaciones industriales por la Universidad de Guanajuato. Profesor investigador de tiempo completo de la Universidad de Guanajuato, adscrito al Departamento de Estudios Organizacionales. Cuenta con perfil prodep y es candidato al Sistema Nacional de Investigadores del Conahcyt. Integrante del cuerpo académico de Estudios Organizacionales y actualmente ocupa el cargo de Coordinador del Programa de Maestría en Desarrollo organizacional de la División de Ciencias Económico-Administrativas, campus Guanajuato de la Universidad de Guanajuato.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8242-9545>

ResearchGate: <https://www.researchgate.net/profile/Juan-Vazquez-Garcia-2>

Amneris Aída Preciado Rocha

Licenciada en relaciones industriales por la Universidad de Guanajuato. Maestrante en diseño de proyectos educativos virtuales por la Universidad Iberoamericana de León. Profesora de tiempo parcial adscrita al Departamento de Estudios Organizacionales de la Universidad de Guanajuato. Profesora colaboradora del Cuerpo Académico de

Estudios Organizacionales. Asistente del Departamento de Estudios Organizacionales. Facilitadora grupal en desarrollo de competencias como trabajo en equipo, liderazgo, toma de decisiones y comunicación efectiva y como diseñadora instruccional en procesos de enseñanza-aprendizaje para organizaciones públicas y privadas. Desde el 2020 a la fecha es ponente y colaboradora interinstitucional con el Colegio de Licenciados en relaciones industriales y Recursos Humanos del Estado Carabobo (CRIC), Venezuela. Evaluadora de proyectos empresariales del “Premio al Mérito Laboral” del Gobierno del Estado de Guanajuato.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8601-1629>

ResearchGate: <https://www.researchgate.net/profile/Amneris-Preciado>

Instrumento de medición de trabajo decente y sustentabilidad en la empresa Telefónica: Estudio de caso, aplicación y alineación

Juana María Huerta González

Licenciada en administración egresada de la Facultad de Contaduría y Administración de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Maestra en administración con acentuación en Negocios de la Universidad Interamericana del Norte. Académica certificada en Administración por ANFECA, perfil PRODEP, Profesora de tiempo completo en el departamento de Ciencias Económico Administrativas del Instituto Tecnológico de San Luis Potosí / Tecnológico Nacional de México durante 26 años. Precursora con el estudio de factibilidad para la apertura de la especialidad de Ingeniería en gestión empresarial, Coordinadora de la acreditación de Ingeniería en gestión empresarial; Coordinadora de la re-acreditación del programa de administración, coordinadora de la revisión de especialidades del programa de administración, diez años de experiencia profesional como jefe de oficina de planeación programación y presupuestación en el departamento de planeación programación y presupuestación en el Instituto Tecnológico de San Luis Potosí. Investigadora miembro del Cuerpo Académico *Gestión Empresarial y Sustentabilidad*, en donde con participación activa se desarrollan proyectos de innovación tecnológica y con publicaciones indexadas a nivel nacional e internacional.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0434-2115>

ResearchGate: <https://www.researchgate.net/profile/Juana-Huerta-Gonzalez>

Rosa Elia Martínez Torres

Doctora en Gestión por la Universidad de Lodz, Polonia; Maestra en Educación (UCEM), Maestra en Ciencias en ingeniería administrativa (ITCM); perfil profesional ingeniero industrial y de sistemas (ITESM). Profesor de tiempo completo en el área de ingeniería del Sistema Tecnológico Nacional de México (TecNM/ITSLP) cubriendo áreas técnicas y de especialidad en calidad y productividad, así como Logística, desarrollo y actualización de módulos de especialidad y programas académicos, asesor de proyectos de innovación tecnológica. Investigadora miembro del Cuerpo Académico *Gestión Empresarial y Sustentabilidad*; derechos de autor de obras originales, publicaciones en revistas indexadas y arbitradas internacionales y nacionales, publicaciones en libros colectivos de difusión científica. Líneas de

investigación: Gestión Ambiental, gestión empresarial, sustentabilidad; ingeniería industrial e ingeniería minero-metalúrgica; educación.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8936-9207>

ResearchGate: <https://www.researchgate.net/profile/Rosa-Martinez-Torres>

Patricia Rivera Acosta

Profesor investigador en el Tecnológico Nacional de México (TNM) campus San Luis Potosí, Doctora en Administración por la Universidad Autónoma de Zacatecas; candidato a investigador del Sistema Nacional de Investigadores (SNI), Líder de Cuerpo Académico en formación: Gestión empresarial y sustentabilidad, perfil PRODEP, Miembro del Sistema Estatal de Investigadores. Profesor certificado por ANFECA, miembro de la red Mexicana de Investigadores en Estudios Organizacionales (REMINEO); ha participado como ponente en diversos Congresos Nacionales e Internacionales, publicado artículos en revistas indexadas y capítulos de libro; ha sido miembro de comités científicos de revistas y libros publicados, ha coordinado dos publicaciones; sus líneas de generación de conocimiento son: sustentabilidad, responsabilidad social empresarial, gestión del conocimiento, cultura organizacional, comportamiento organizacional y economía circular.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8254-0005>

ResearchGate: <https://www.researchgate.net/profile/Patricia-Acosta-4>

Influencia de la eco-innovación y desempeño competitivo sostenible de las pymes manufactureras

Javier Eduardo Vega Martínez

Doctorado en Ciencias administrativas, Universidad Autónoma de Aguascalientes; profesor investigador Universidad Autónoma de Aguascalientes; Miembro del Sistema Nacional de Investigadores Nivel I. Reconocimiento al perfil deseable de PRODEP. Secretario académico del Centro de Ciencias Empresariales (2023-2025). Jefe de Departamento de Agronegocios durante el periodo (2019-2022); miembro del NAB del doctorado en ciencias administrativas del CCEA de la UAA y de la maestría en administración del centro de ciencias económicas y administrativas.

E-mail: javier.vega@edu.uaa.mx

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9599-9387>

María del Carmen Martínez Serna

Doctorado en Administración, Universidad Autónoma de Aguascalientes; Profesora investigadora de la Universidad Autónoma de Aguascalientes; Miembro del Sistema Nacional de Investigadores Nivel II; Reconocimiento al perfil deseable de PRODEP; Directora General de Investigación y Posgrado de la UAA durante el periodo 2017-2019; Directora general de docencia de pregrado de la UAA durante el periodo 2014-2016; Decana del Centro de Ciencias Económicas y Administrativas de la UAA durante el periodo 2006-2013; Miembro cuerpo Académico de Gestión de las Pequeña y mediana empresa (consolidado); miembro del NAB del doctorado en ciencias administrativas del CCEA de la UAA y de la maestría en administración del centro de ciencias económicas y administrativas

E-mail: carmen.martinezs@edu.uaa.mx

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9704-3853>

María del Carmen Bautista Sánchez

Doctorado en Ciencias administrativas, Universidad Autónoma de Aguascalientes; Profesora investigadora Universidad Autónoma de Aguascalientes; Miembro del Sistema Nacional de Investigadores Nivel I. Secretario docencia de Pregrado del Centro de Ciencias Económicas y Administrativas (2020-2025); miembro del NAB del doctorado en ciencias administrativas del CCEA de la UAA y de la maestría en impuestos del centro de ciencias económicas y administrativas

E-mail: carmen.bautista@edu.uaa.mx

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1858-4003>

Responsabilidad Social Corporativa en las microempresas de Tamaulipas. Diferencias según el sexo del directivo

Daniela Cruz Delgado

Es profesora investigadora en la Universidad Politécnica de Victoria. Administradora de empresas agropecuarias, maestra en economía agrícola y de los recursos naturales y doctora en problemas económico agroindustriales, por la Universidad Autónoma Chapingo. Ha publicado diversos artículos en revistas indizadas y capítulos de libro en editoriales de prestigio. Así mismo, ha realizado estancias profesionales y de investigación en el extranjero, y participado como expositora en diversos congresos nacionales e internacionales en México, Brasil, Chile y Costa Rica. Tiene la distinción del Sistema Nacional de Investigadores (SNI I) y el reconocimiento al perfil deseable de profesores de tiempo completo del programa para el desarrollo profesional docente (PRODEP). Las líneas de investigación que trabaja son emprendimiento, innovación y gestión empresarial; desarrollo regional y comercio internacional agropecuario, así como responsabilidad social y sostenibilidad.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0289-7483>

ResearchGate: <https://www.researchgate.net/profile/Daniela-Cruz-Delgado>

*Economía circular, innovación tecnológica y
sustentabilidad: caso de estudio*, Patricia Rivera
Acosta, Rosa Elia Martínez Torres y Juan Carlos Neri
Guzmán (coordinadores), publicado por Ediciones
Comunicación Científica, S. A. de C. V., se publicó en agosto de 2024,
en versión digital para acceso abierto en los formatos PDF, EPUB y HTML.

La humanidad es cada vez más consciente de la necesidad de cuidar el planeta, es decir, de mantener los ecosistemas, recursos naturales, áreas verdes, diversidad vegetal y animal, así como todo lo relacionado con el medio ambiente y el cambio climático. Para ello, se han implementado en los últimos años una serie de estrategias que buscan, de manera directa o indirecta, avanzar hacia una cultura en el cuidado de las condiciones ambientales que permitirán garantizar la vida para las futuras generaciones, entre las que destacan la definición de los ODS, la huella de carbono, la huella hídrica, la huella ecológica, la economía circular, la responsabilidad social, empresarial o corporativa, la taxonomía sostenible, los bonos de carbono, bonos verdes, la economía solidaria, el uso de energías renovables, entre muchas otras.

En particular, la economía circular busca poner límites al actual proceso de producción-consumo para que transite de modelo lineal-intensivo, en el uso de recursos naturales para producir-consumir-desechar, hacia uno alternativo que permita minimizar el uso de insumos, generación de desechos y de emisiones contaminantes a través de la aplicación de prácticas como reducir, reciclar, intercambiar, reutilizar, rediseñar, renovar, reparar, restaurar, refabricar y recuperar.

Esta obra permite dar a conocer estudios de caso, en diferentes sectores económicos, sobre prácticas que abonan al cuidado del ambiente desde un enfoque de la economía circular, de la innovación tecnológica y de la sustentabilidad.



Dimensions



[DOI.ORG/10.52501/CC.186](https://doi.org/10.52501/CC.186)



Patricia Rivera Acosta es Doctora en Administración por la Universidad Autónoma de Zacatecas. Profesora investigadora del Tecnológico Nacional de México, campus San Luis Potosí. Miembro del SNII, nivel I, del Conahcyt.



Rosa Elia Martínez Torres es Doctora en Gestión por la Universidad de Lodz, Polonia. Ingeniera Industrial y de Sistemas por el ITESM. Docente de tiempo completo en el área de Ingeniería del Instituto Tecnológico de San Luis Potosí/TecNM.



Juan Carlos Neri Guzmán es Doctor en Ciencias Económicas y Administrativas por la University of Social Sciences en Lodz, Polonia. Profesor investigador de la Universidad Politécnica de San Luis Potosí. Miembro del SNII, nivel I, del Conahcyt.



**COMUNICACIÓN
CIENTÍFICA** PUBLICACIONES
ARBITRADAS
HUMANIDADES, SOCIALES Y CIENCIAS
www.comunicacion-cientifica.com

