

Tipo de artículo: artículo de investigación

<https://doi.org/10.47460/uct.v28i125.862>

Modelo de economía circular para los institutos técnicos y tecnológicos

Carmen Pino*

<http://orcid.org/0000-0003-3504-0638>
cpino@tecnologicoedupraxis.edu.ec
Instituto Superior Tecnológico Edupraxis
Ambato, Ecuador

Mario Vásquez

<http://orcid.org/0000-0003-2276-4792>
mvasquez@tecnologicoedupraxis.edu.ec
Instituto Superior Tecnológico Edupraxis
Ambato, Ecuador

Orfa Jácome

<http://orcid.org/0000-0002-2620-0516>
ojacome@tecnologicoedupraxis.edu.ec
Instituto Superior Tecnológico Edupraxis
Ambato, Ecuador

Peña Reynaldo

<http://orcid.org/0000-0002-3082-8082>
rpena@tecnologicoedupraxis.edu.ec
Instituto Superior Tecnológico Edupraxis
Ambato, Ecuador

*Autor de correspondencia: cpino@tecnologicoedupraxis.edu.ec

Recibido (20/05/2024), Aceptado (13/08/2024)

Resumen: La economía circular se basa en compartir, reutilizar, reparar, renovar y reciclar productos y materiales, siendo la educación un pilar clave para su comprensión y difusión. Sin embargo, en los institutos técnicos y tecnológicos, este modelo no suele estar integrado en los planes de estudio, las investigaciones ni en su funcionamiento. Esto plantea la necesidad de evaluar cómo se puede aplicar la economía circular en estas instituciones desde una perspectiva tanto socioeconómica como ambiental. El presente trabajo busca desarrollar un modelo para implementar la economía circular en los institutos, enfocándose en la sostenibilidad ambiental y social. A través de una revisión bibliográfica crítica e interpretativa y utilizando la metodología de Investigación acción participativa, se presenta un modelo sistémico e integral. Este modelo propone estrategias claras para la incorporación de la economía circular en los institutos técnicos y tecnológicos, validado por expertos y rectores, lo que garantiza su viabilidad y aplicabilidad.

Palabras clave: economía circular, reciclaje, sostenibilidad.

Circular economy model for technical and technological institutes

Abstract.- The circular economy is based on sharing, reusing, repairing, renewing, and recycling materials and products. Education is fundamental in understanding and promoting this model. However, in technological education institutes, it is not common to incorporate these concepts into curricula, research, or operations. Hence, a need arises to evaluate the application of the circular economy in these institutions, through socioeconomic and environmental aspects. Thus, this work aimed to develop a model to implement the circular economy in technological institutions, focusing on environmental and social sustainability. A model is developed based on a critical and interpretative literature review, employing Grounded Theory and the Participatory Action Research methodology. The main results present a structured model of the circular economy for technical and technological institutes, outlining the strategies that should be implemented for its development, which experts and directors of these institutions have validated.

Keywords: circular economy, recycling, sustainability.



I. INTRODUCCIÓN

La economía circular propone un cambio radical en la forma en que utilizamos los recursos, basado en principios como la reducción de residuos, la reutilización de materiales y la regeneración de sistemas naturales. En lugar de seguir el enfoque lineal de "producir, usar y desechar", este modelo busca cerrar el ciclo de vida de los productos, prolongando su utilidad y minimizando el impacto ambiental. Esto se logra mediante estrategias como el diseño de productos más duraderos, la promoción de la reparación y la reutilización, así como el reciclaje y la valorización de materiales al final de su vida útil. Además, la economía circular fomenta la innovación tecnológica, impulsando el desarrollo de soluciones que permitan optimizar el uso de recursos y energía. Al integrar estas prácticas, no solo se beneficia el medio ambiente al reducir la extracción de materias primas y la generación de residuos, sino que también se generan nuevas oportunidades económicas y sociales, especialmente en sectores relacionados con la sostenibilidad y la economía verde, contribuyendo así a un modelo de crecimiento más equilibrado y responsable [1].

En diferentes partes del mundo, la economía circular ya ha sido implementada con éxito. En Europa, países como los Países Bajos y Finlandia han adoptado políticas nacionales que fomentan la transición hacia una economía circular, integrando estas prácticas en sus industrias y políticas públicas. Por ejemplo, los Países Bajos han establecido como objetivo convertirse en una economía completamente circular para el año 2050, y han desarrollado iniciativas que involucran tanto a empresas como a ciudadanos en la reutilización de materiales y la reducción de residuos. A nivel global, la Unión Europea ha implementado un ambicioso plan de acción para la economía circular, que incluye medidas para mejorar el diseño de productos, la gestión de residuos y el fomento de mercados de productos reciclados [2].

En América Latina, algunos países han comenzado a dar pasos importantes hacia la adopción de modelos de economía circular. En Colombia, se ha impulsado un marco legal que promueve la incorporación de prácticas circulares en sectores como la construcción y la gestión de residuos. Asimismo, en Chile, se han desarrollado iniciativas que fomentan la reutilización de materiales en la industria minera y la creación de empleos verdes. Estos esfuerzos demuestran el creciente interés en la región por adoptar soluciones sostenibles que contribuyan a un desarrollo económico más responsable y respetuoso con el medio ambiente, alineándose con los objetivos globales para combatir el cambio climático y proteger los recursos naturales [3].

Los institutos técnicos y tecnológicos desempeñan un papel crucial en la formación de profesionales en diversas áreas, y también tienen la oportunidad de liderar el camino hacia la sostenibilidad en sus propias prácticas y en la enseñanza que imparten. Este trabajo pretende explorar el potencial de la economía circular en estos centros. Para ello se examinaron los principios de la economía circular, como la reducción, reutilización, reciclaje y recuperación de recursos, y se analizó cómo estos pueden ser implementados en las instituciones. Asimismo, se exploraron los beneficios económicos, ambientales y sociales que pueden derivarse de la adopción estas prácticas.

El trabajo consta de una introducción, el desarrollo, la metodología, los resultados y las conclusiones. En la introducción se hace una reseña de la importancia de la economía circular y sus posibles beneficios en los Institutos Técnicos y Tecnológicos. En el desarrollo se plantean aspectos teóricos que fundamentan el trabajo, exponiendo luego la metodología utilizada, los resultados obtenidos y la discusión de estos. Finalmente se plantean las conclusiones.

II. DESARROLLO

La economía circular es un sistema renovador, que elimina la generación de residuos y preserva el valor de los recursos, durante un largo período de tiempo [4]. Según la Comisión Europea, la economía circular permite la oportunidad de rediseñar la relación entre el desarrollo económico y la utilización de los recursos, contribuyendo a producciones más sostenibles [1]. Por otra parte, la UNESCO promueve la educación para el desarrollo sostenible, como un instrumento para fomentar esta práctica en la sociedad [5]. Algunos autores, como Scarpellini, Portillo y Fondevila [6], señalan la importancia de que las Instituciones de Educación Superior (IES) favorezcan la economía circular mediante la investigación, la formación y la innovación. Del mismo modo, Sanz Hernández y Martínez Alfaro [7] plantean que, es necesario incorporar estas prácticas en la gestión de las universidades. En este sentido, la educación superior juega un papel primordial en el fomento de la sostenibilidad ambiental, económica y social, pues aquí se forman profesionales encargados de liderar el cambio, hacia un modelo de desarrollo sostenible.

Para la implementación de estas prácticas en la educación, Ratum, Sachari y Wahjudi [4] proponen la integración de ellas en los planes de estudio de las instituciones de educación superior (IES), fomentando la conciencia ambiental. Es necesario incluir en el proceso de enseñanza y aprendizaje la economía circular, ya que es una forma efectiva de impulsar una conciencia de sostenibilidad y responsabilidad ambiental entre los estudiantes, docentes y la sociedad de manera general. La enseñanza de la economía circular ayuda a los estudiantes a desarrollar habilidades y competencias, que son muy necesarias para la implementación de este enfoque en su vida profesional [7]. En el mundo, la economía circular en las IES, se ha convertido en una prioridad para una gran cantidad de centros educativos [8]. Según Palma Fernández, Sevilla Vera y Solano Pinto [9] y Gómez Carrillo [8], muchas de las iniciativas para promover estas prácticas, se desarrollan a partir de iniciativas en la gestión de residuos y en la planificación de las sedes universitarias. La integración de esta en los planes de estudio es un aspecto fundamental para que los estudiantes adquieran conocimientos y habilidades, contribuyendo con el avance hacia una economía más sostenible.

De la misma manera, Alonso García, García Sempere y Berral Ortiz [10] sugieren que las IES pueden contribuir a la realización de prácticas de economía circular, mediante la creación de hábitos de reciclaje, de reutilización de materiales y sobre todo en la reducción del consumo de recursos. Lim, Haufiku, Tan y Ahmed [11], aseveran que las IES deben trabajar en colaboración con diversos actores de la sociedad, para poder tener éxito. Otra cuestión importante es la investigación en estos temas, lo que además de tener un impacto efectivo en el proceso de enseñanza- aprendizaje, también lo tendrá en la sociedad. Otra manera en que las IES pueden promover la economía circular, es mediante las prácticas diarias [5]. Gestionar correctamente los residuos, adoptar la adquisición verde e implementar proyectos de eficiencia energética, son algunas de las acciones que se pueden implementar en sus rutinas cotidianas las IES [12].

La planificación estratégica de las IES debe establecer objetivos y metas para la realización de prácticas de economía circular. Dentro de estas, están la reducción de los residuos generados en las instituciones, la reutilización de materiales y la optimización en el uso de los recursos. Esto conduce a la realización de acciones que permitirán la definición de objetivos concretos, así como la identificación de las actividades claves, definiendo los recursos necesarios para realizar un plan operativo para su implementación [13]. En muchas IES del Ecuador y por ende en los Institutos Técnicos y Tecnológicos, no se desarrollan modelos donde intervengan estrategias para implementar la economía circular y en algunas ocasiones, no se tienen los conocimientos necesarios en esta temática. A pesar de las dificultades encontradas, se consideran estas prácticas necesarias y que aportarán positivamente a las instituciones.

Se debe tener en cuenta que la economía lineal y la economía circular son modelos económicos opuestos. La primera plantea el modelo de "tomar, hacer, desechar". Aquí los recursos naturales se extraen, se producen bienes y se desechan como residuos. Por otro lado, la economía circular plantea la reutilización, el reciclaje y la valorización de los materiales manteniéndolos por más tiempo en el sistema económico. En la economía lineal la gestión de residuos se orienta a eliminarlos, lo que genera problemas ambientales. En contraposición, la economía circular busca transformarlos [14]. La sobreexplotación de recursos es una de las características de la economía lineal, mientras que la circular busca reducir su dependencia de los recursos naturales finitos. En la economía lineal los modelos de negocios se centran en la venta de bienes, mientras que la circular basa los mismos en la economía de la función. La economía lineal tiene un impacto ambiental significativamente negativo, mientras que la circular busca reducir este con prácticas más sostenibles. Se puede resumir que ambos enfoques son totalmente opuestos en la gestión de recursos y producción de bienes. La economía lineal usa y desecha, mientras que la circular busca una economía con un modelo sostenible y regenerativo [14].

En este trabajo se estudian los principios de la economía circular y se analiza su aplicación efectiva en los institutos de educación superior, tomando en cuenta los aspectos económicos, ambientales y sociales. Para esto se plantea un modelo estructurado para la implementación de la economía circular en los Institutos Técnicos y Tecnológicos, desarrollando un enfoque que promueva la sostenibilidad ambiental y social en el Ecuador.

III. METODOLOGÍA

La investigación consistió en desarrollar un modelo innovador, destinado a integrar la economía circular en los Institutos técnicos y tecnológicos del Ecuador, con énfasis en la sostenibilidad ambiental y social. En la fase inicial, se llevó a cabo una revisión bibliográfica, para descubrir los vacíos científicos existentes en el área de estudio. La investigación combina los enfoques de la teoría crítica y la teoría interpretativa. Se parte de que el cambio hacia una economía circular, desde una perspectiva educativa, involucra características de un sistema social complejo. Tiene un enfoque mixto, con énfasis en la investigación cualitativa, que permitirá comprender las teorías sobre los aspectos a estudiar, sus dimensiones y conceptos asociados al objeto de estudio.

La investigación combina los enfoques de la teoría crítica y la teoría interpretativa. Se parte de que el cambio hacia una economía circular, desde una perspectiva educativa, involucra características de un sistema social complejo. Tiene un enfoque mixto, con énfasis en la investigación cualitativa, que permitirá comprender las teorías sobre los aspectos a estudiar, sus dimensiones y conceptos asociados al objeto de estudio. Son utilizados, además, métodos cuantitativos, para la realización del análisis de las encuestas, a través de herramientas de la estadística descriptiva. Se emplearon inicialmente los elementos de la Teoría Fundamentada para crear un modelo teórico inicial, adoptando luego la metodología de Investigación Acción Participativa (IAP), que permitirá retroalimentar este y mejorarlo. Se combinan métodos mixtos para la recolección, procesamiento y análisis de datos, estableciendo conexiones entre la educación, la comunicación, la sostenibilidad y el cambio social.

Es una investigación exploratoria y descriptiva, abordando un área relativamente nueva, como la implementación de la economía circular en instituciones educativas, describiendo el conocimiento actual y las prácticas en los Institutos Técnicos y Tecnológicos en Ecuador. También se considera aplicada, ya que diseñará un modelo y sus estrategias, para implementar estas prácticas. La recolección se realizará mediante encuestas, evaluando el nivel de conocimiento sobre la economía circular, identificando las instituciones que realizan prácticas relacionadas, reconociendo métodos para su implementación y se evaluará el interés de las instituciones. La población es de 190 Institutos Superiores Técnicos y Tecnológicos, públicos y privados, ubicados en Ecuador. El tamaño de la muestra con un nivel de confianza del 95%, es de 129 instituciones. Cada instituto fue representado por cinco personas, una autoridad, dos docentes y dos estudiantes, para un total de 645 encuestados. La muestra es intencional.

La validación del modelo será un proceso clave, incorporando revisiones por pares de expertos, que evaluarán su solidez conceptual y su aplicabilidad práctica. Fueron seleccionados 5 calificadoros, 3 expertos en economía circular y dos rectores de IES. Para la evaluación se tuvieron en cuenta las dimensiones: Relevancia, coherencia porcentual, viabilidad en términos de recursos, el impacto ambiental y social, alineación a los principios de la economía circular, eficacia del modelo e innovación. A partir de estas dimensiones se realizó una encuesta a los evaluadores donde se dieron calificaciones a las mismas, determinando la pertinencia y la validez del modelo.

El modelo de economía circular diseñado para los Institutos Superiores Técnicos y Tecnológicos se estructura en torno a la Planificación Estratégica Institucional (PEI), que integra áreas clave como la enseñanza, la investigación y la vinculación con la sociedad. El proceso de enseñanza-aprendizaje incluye elementos como el proceso docente, la práctica experimental y el aprendizaje autónomo, fomentando la incorporación de prácticas sostenibles en el currículo y la aplicación de los principios de la economía circular en entornos educativos. En el área de Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+I), se desarrollan proyectos que promueven la sostenibilidad y la optimización de recursos, además de establecer vínculos con la sociedad para extender las prácticas circulares a la comunidad. Las prácticas diarias abarcan la implementación de proyectos de adquisición verde, compras sostenibles, eficiencia energética y la promoción de la conciencia ambiental en la institución. El seguimiento, control y evaluación garantizan que estas iniciativas sean efectivas y se ajusten continuamente a los objetivos estratégicos, mientras que la retroalimentación permite optimizar el modelo en función de los resultados obtenidos, asegurando su adaptación y mejora continua. Este enfoque integral busca no solo transformar la gestión interna de la institución, sino también impactar positivamente en la sociedad a través de la difusión de prácticas sostenibles.

Teóricamente, este modelo se clasifica como un modelo sistémico e integral, ya que abarca múltiples dimensiones interrelacionadas (educativa, investigativa, social y ambiental) dentro de la institución. Se basa en los principios de la economía circular, y adopta un enfoque participativo y dinámico que permite la retroalimentación continua, la adaptación y la mejora en función de los resultados obtenidos. El modelo no solo actúa internamente, promoviendo prácticas sostenibles dentro de los procesos educativos y administrativos, sino que también extiende su impacto hacia la comunidad, integrando la vinculación social como una dimensión clave. Además, su carácter sistémico lo hace escalable y replicable en otras instituciones, alineándose con objetivos globales de sostenibilidad [15].

IV. RESULTADOS

Para validar los resultados se aplica la prueba de Alfa de Cronbach, mediante el software SPSS, versión 26. El resultado obtenido es de 0,794, siendo este próximo a 1, por lo que se considera confiable el instrumento utilizado.

El análisis de una encuesta a 645 representantes de instituciones educativas reveló que el 57% conoce el concepto de economía circular, mientras que el 43% lo desconoce, lo que muestra una brecha de conocimiento. De los que están familiarizados, el 93% considera relevante su implementación en instituciones de educación superior, pero solo el 15% afirma que ya hay iniciativas aplicadas. El 39% no está seguro y el 46% indica que no se han implementado. Esto sugiere falta de comunicación o la ausencia de acciones concretas en estas instituciones. Entre las instituciones que implementan prácticas de economía circular, las más mencionadas fueron el reciclaje, la separación de residuos, la introducción de la economía circular en los planes de estudio o en asignaturas específicas, y la realización de proyectos enfocados en la vinculación social. También se destacó el uso de mecanismos para el ahorro de electricidad y agua.

Estas prácticas demuestran un compromiso inicial hacia la sostenibilidad, aunque su aplicación parece estar limitada a acciones concretas y específicas, más que a una integración completa en la gestión institucional. Además, el 99% de los encuestados que conocen la economía circular consideraron que sería beneficioso para sus instituciones implementar estas prácticas. Este alto nivel de aceptación refuerza la idea de que existe una predisposición favorable hacia la adopción de este modelo, aunque se percibe la necesidad de un mayor apoyo institucional y recursos para facilitar su implementación. En cuanto a las sugerencias de los encuestados sobre cómo la economía circular podría contribuir a la sostenibilidad y responsabilidad social de las instituciones, se mencionaron la optimización del uso de recursos, la mejora en la gestión de residuos, el establecimiento de alianzas con proveedores locales que sigan prácticas sostenibles, y el fomento de la investigación y la formación en temas relacionados con la economía circular.

Finalmente, el 92% de los encuestados manifestó su interés en aprender más sobre la economía circular y su aplicación en el contexto institucional, lo que evidencia un claro interés por parte de la comunidad educativa en profundizar en esta temática. Sin embargo, este interés contrasta con la limitada implementación actual de prácticas de economía circular en la mayoría de las instituciones. En resumen, aunque se reconoce ampliamente el potencial de la economía circular para mejorar la sostenibilidad en los Institutos Técnicos y Tecnológicos, los resultados de la encuesta revelan una necesidad urgente de mayor sensibilización, formación y acción concreta para lograr una adopción más efectiva de estas prácticas a nivel institucional.

A. Modelo de economía circular para los institutos superiores técnicos y tecnológicos

El modelo propuesto tiene como objetivo promover la implementación de prácticas sostenibles en los institutos técnicos y tecnológicos, con un enfoque en el manejo responsable de recursos, producción y consumo. El propósito central es optimizar la eficiencia en el uso de recursos, minimizando la generación de residuos y promoviendo la reutilización, el reciclaje y la valorización de materiales, con el fin de reducir el impacto ambiental y avanzar hacia un desarrollo más sostenible.

Para lograr este objetivo, el modelo se basa en la planificación estratégica y se articula en tres dimensiones clave:

- *Enseñanza y aprendizaje*: Se propone la incorporación de contenidos, relacionados con la economía circular, de manera transversal en los programas de carreras técnicas y tecnológicas, a lo largo de todos los periodos académicos. Esto implica la creación de módulos y asignaturas específicas que aborden estas temáticas, para desarrollar una comprensión profunda desde una etapa temprana.
- *Investigación, desarrollo e innovación*: Se incentiva la investigación desde los primeros periodos académicos, a través de proyectos relacionados con la economía circular y la sostenibilidad. Esto fomenta la generación de conocimiento y soluciones innovadoras en este ámbito.
- *Prácticas diarias*: Se establecen estrategias en el Plan Estratégico de Desarrollo Institucional (PEDI) para incorporar prácticas de economía circular en las adquisiciones de la institución. Se promueve la compra de materiales reciclables y la producción interna de materiales mediante proyectos de investigación, desarrollo e innovación. Se fomenta el desarrollo de la conciencia ambiental, como parte integral de la cultura institucional y se planifican proyectos de eficiencia energética, de acuerdo con las necesidades y el presupuesto de la institución.

Es importante destacar que este modelo es flexible y adaptable, diseñado para ser implementado a corto, mediano y largo plazo, de acuerdo con las particularidades y necesidades de cada institución y su entorno. Su enfoque holístico busca transformar la educación técnica y tecnológica, hacia prácticas más sostenibles y responsables con el medio ambiente y la sociedad. En la figura 1 se observa un modelo de economía circular diseñado para instituciones educativas, basado en la Planificación Estratégica Institucional (PEI). Este modelo integra tres áreas clave: el proceso de enseñanza-aprendizaje, investigación, desarrollo e innovación (I+D+I), y la vinculación con la sociedad. A través de estas áreas se generan prácticas diarias, tales como proyectos de adquisición y compras verdes, conciencia ambiental y eficiencia energética, que son monitoreadas mediante un proceso de seguimiento, control y evaluación. Además, el modelo incluye un ciclo continuo de retroalimentación, lo que permite ajustar y mejorar las estrategias implementadas. Este enfoque integral busca fomentar prácticas sostenibles dentro de los Institutos Técnicos y Tecnológicos, promoviendo la economía circular en las operaciones cotidianas y la enseñanza, con un impacto positivo tanto en el ambiente como en la comunidad educativa.

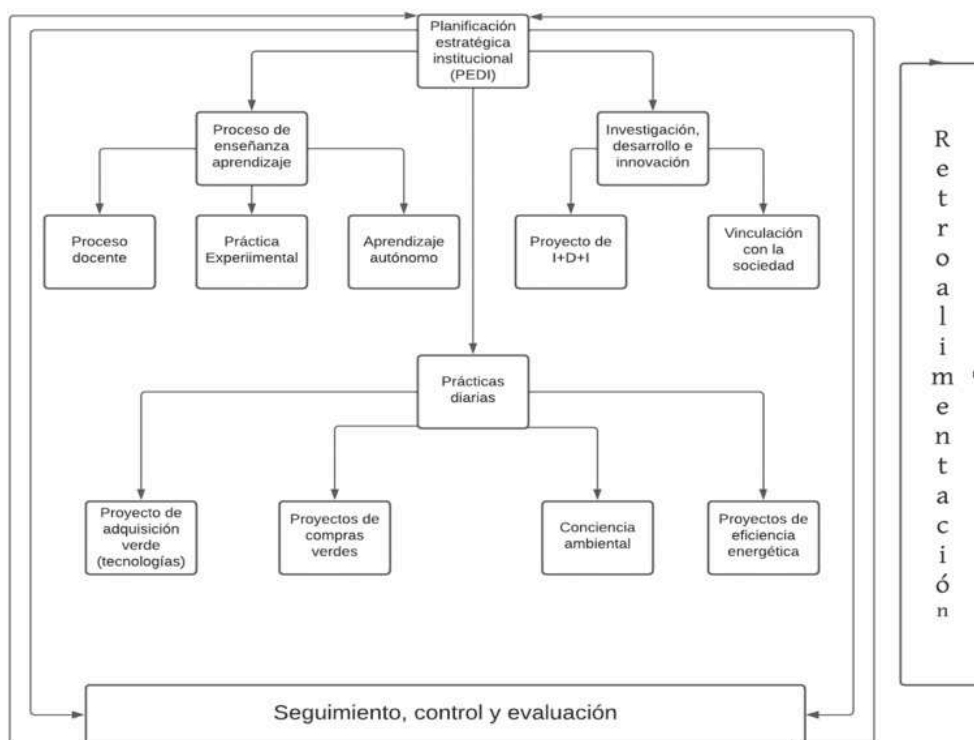


Fig. 1. Modelo de economía circular para los institutos superiores técnicos y tecnológicos.

B. Estrategias para la implementación de un Modelo de Economía Circular para los institutos técnicos y tecnológicos de Ecuador.

Para la implementación del modelo se tuvieron en cuenta las siguientes estrategias:

- *Educación y sensibilización ambiental:* Implementación de programas de educación ambiental para estudiantes y personal docente, con el fin de promover la conciencia sobre la importancia de la economía circular y sus beneficios.
- *Gestión de residuos:* Establecimiento de sistemas de segregación de residuos en los institutos, con contenedores diferenciados para papel, plástico, vidrio, metales y residuos orgánicos, de manera tal que se promueva la reutilización y el reciclaje de materiales, fomentando la creación de talleres o laboratorios de reciclaje donde los estudiantes puedan aprender y participar en actividades prácticas.

- *Eficiencia energética y uso de recursos*: Identificación de oportunidades de ahorro y eficiencia en el consumo de energía y agua, realizando la instalación de sistemas de energía renovables, para reducir la dependencia de fuentes de energía convencionales.
- *Economía colaborativa y emprendimiento*: Estimulación de la creación de espacios de intercambio de bienes y servicios entre los estudiantes y el personal de los institutos, promoviendo el consumo responsable y la reutilización de productos, fomentando el emprendimiento de negocios, basados en la economía circular, proporcionando asesoramiento, capacitación y acceso a financiamiento para proyectos sostenibles.
- *Investigación e innovación*: Estimulación de la investigación y la búsqueda de soluciones innovadoras que promuevan la economía circular, a través de proyectos de investigación aplicada y la colaboración con empresas y otras instituciones.
- *Desarrollo de un sistema de monitoreo y evaluación*: Establecimiento de indicadores de desempeño ambiental para medir el progreso en la implementación del modelo de economía circular en los institutos.

C. Validación del modelo

Luego de revisado el modelo por parte de los expertos, fue aplicada una encuesta para la validación del mismo, cuyos resultados se muestran a continuación:

Tabla 1. Prueba de normalidad.

Criterio	Evaluación de los expertos
Relevancia	El modelo aborda los desafíos y necesidades de los Institutos Superiores Técnicos y Tecnológicos en relación con la economía circular. Su enfoque en la eficiencia de recursos y la promoción de prácticas sostenibles es clave para fomentar una cultura de sostenibilidad. Se sugieren mejoras, como fomentar la investigación en tecnologías sostenibles, colaboraciones industriales en proyectos de economía circular y alianzas con instituciones educativas y actores clave para una implementación más efectiva en estos institutos.
Coherencia	El modelo es coherente en términos de conceptos, enfoques y principios relacionados con la economía circular. Se basa en los fundamentos de reducción, reutilización, reciclaje y valorización de materiales, así como en la minimización de residuos y la promoción de la circularidad.
Factibilidad	Se evalúa, en términos de su viabilidad para ser implementado en los Institutos Superiores Técnicos y Tecnológicos, considerando los recursos humanos, financieros y tecnológicos disponibles. Se adapta a las capacidades y limitaciones de estas instituciones, anticipando desafíos, como la asignación de recursos financieros para tecnologías sostenibles. A pesar de estos desafíos, el modelo representa una oportunidad para promover prácticas sostenibles en la educación técnica y tecnológica, contribuyendo a una cultura de economía circular en estas instituciones.
Impacto ambiental	El modelo tiene un impacto ambiental, teniendo el potencial para generar un impacto positivo en la reducción de la huella ambiental de las instituciones, promoviendo prácticas sostenibles y la gestión eficiente de recursos. Al integrar los principios de economía circular, busca minimizar el consumo de recursos naturales y reducir la generación de residuos.
Impacto social	El modelo es amplio, pues tiene en cuenta los aspectos sociales y comunitarios al promover la equidad, la inclusión y el bienestar de las personas involucradas en los Institutos Superiores Técnicos y Tecnológicos. Fomenta una mayor conciencia social sobre la importancia de la sostenibilidad y la responsabilidad ambiental.
Alineación con los principios de la economía circular	El modelo refleja y se alinea con los principios claves de la economía circular, como la reducción, reutilización, reciclaje y valorización de materiales, así como la minimización de residuos y la promoción de la circularidad. Estos principios están integrados en las prácticas y enfoques propuestos en el modelo.
Eficacia	Al revisar el modelo se puede evaluar su efectividad en la promoción de prácticas y comportamientos alineados con la economía circular, en los Institutos Superiores Técnicos y Tecnológicos. Se plantea que para evaluar de manera más objetiva este indicador, se deben considerar los resultados y evidencias disponibles, luego de su implementación para determinar su eficacia en relación con los objetivos establecidos.
Innovación	El modelo persigue la introducción de enfoques novedosos y tecnologías para fomentar la economía circular en instituciones técnicas y tecnológicas. Destaca al integrar módulos relacionados en planes de estudio, promover la gestión eficiente de recursos y la incorporación de prácticas sostenibles en procesos educativos y tecnológicos.

En general, en las instituciones técnicas y tecnológicas de Ecuador, se observa una falta de cultura de economía circular, a pesar de su reconocida importancia. Aunque algunas instituciones han tomado medidas relacionadas con el reciclaje y la colaboración comunitaria, aún se necesita un mayor impulso para promover una comprensión más sólida de estas prácticas. En la discusión de esta investigación, más allá de la presentación de un modelo para implementar la economía circular en los institutos técnicos y tecnológicos de Ecuador, es importante reflexionar sobre su pertinencia en el contexto actual de la educación superior. La economía circular se presenta como una respuesta innovadora a los desafíos globales en torno al manejo de recursos, y su incorporación en las instituciones educativas no solo atiende a una necesidad operativa, sino que también permite transformar los enfoques pedagógicos y administrativos hacia una gestión más sostenible.

El modelo desarrollado y validado por expertos no solo ha demostrado su viabilidad técnica, sino que también revela una oportunidad clave para integrar la sostenibilidad en la cultura institucional. Sin embargo, el verdadero reto radica en cómo las instituciones podrán adaptar sus estructuras actuales, tanto en términos de infraestructura como de mentalidad, para permitir una implementación efectiva y sostenida en el tiempo. El simple hecho de proponer estrategias no garantiza su éxito; la efectividad dependerá de factores como la voluntad institucional, la capacitación de los actores involucrados y el acceso a recursos financieros y tecnológicos.

Además, este modelo impulsa una reflexión crítica sobre el rol que estas instituciones deben desempeñar como agentes de cambio. No se trata únicamente de reducir su huella ambiental, sino también de educar a las próximas generaciones para que adopten una visión más amplia y holística sobre el uso responsable de los recursos. La incorporación de la economía circular en los planes de estudio y en las prácticas institucionales puede convertirse en un motor de innovación educativa, contribuyendo no solo a la sostenibilidad interna, sino también a la formación de profesionales con una comprensión integral del desarrollo sostenible.

Finalmente, si bien el modelo se posiciona como una guía que orienta el proceso de transformación hacia la economía circular, su éxito dependerá del compromiso continuo con la evaluación y adaptación de las estrategias propuestas. La flexibilidad y la capacidad de responder a nuevas realidades emergentes serán cruciales para garantizar su relevancia a largo plazo. Por tanto, este modelo no debe verse como una solución estática, sino como un marco dinámico que evoluciona conforme cambia las condiciones sociales, tecnológicas y ambientales en las que se implementa.

Es esencial reconocer que la implementación de la economía circular en los Institutos Técnicos y Tecnológicos puede enfrentar diversos obstáculos. Entre los posibles desafíos se incluyen la limitación de recursos, la falta de conciencia y conocimientos, la resistencia al cambio, las normativas y regulaciones, la falta de colaboración y coordinación, y la complejidad, además de carencia de herramientas adecuadas [16]. Varios autores señalan estas como limitaciones comunes en organizaciones que buscan adoptar prácticas de economía circular. A pesar de estas barreras, se destaca la importancia de abordar la falta de conciencia, a través de la educación y la sensibilización, identificar oportunidades de financiamiento y establecer alianzas estratégicas con otros actores relevantes. Para superar estos desafíos, es fundamental contar con un liderazgo comprometido y una visión estratégica que fomente la transición hacia la economía circular y garantice políticas y regulaciones adecuadas. La creación de redes y plataformas de colaboración puede facilitar el intercambio de conocimientos y mejores prácticas a través de la educación, la colaboración y la creación de incentivos es esencial. Al implementar estas estrategias, las instituciones pueden desempeñar un papel líder en la adopción de prácticas de economía circular y contribuir a un futuro más sostenible.

La implementación de Modelos de Economía Circular en institutos técnicos y tecnológicos conlleva beneficios como la eficiencia en el uso de recursos, la innovación, mejora de la reputación institucional y beneficios ambientales. Estos beneficios se miden con indicadores específicos, proporcionando una base sólida para la toma de decisiones. Además, las evaluaciones de impacto ambiental y social cuantifican los beneficios en términos de reducción de emisiones y conservación de recursos. La integración de la educación y la sensibilización ambiental, en los programas de estudio y actividades curriculares de las instituciones de educación superior, implica acciones como la revisión y actualización de los planes de estudio, el desarrollo de cursos especializados, la promoción de la interdisciplinariedad y la colaboración con entidades externas. Este proceso debe ser continuo y dinámico, evaluando regularmente la efectividad de las estrategias implementadas y realizando ajustes en función de los resultados y la retroalimentación de estudiantes y docentes.

La medición de estos beneficios se realiza mediante indicadores específicos, como la reducción de consumo de recursos naturales, la disminución de residuos, los ahorros económicos en costos operativos, los ingresos por ventas de productos reciclados, la mejora de la percepción institucional en encuestas y el seguimiento de los logros de los estudiantes en economía circular.

Se pueden realizar evaluaciones de impacto ambiental y social, para cuantificar beneficios como la reducción de emisiones de carbono, la conservación de recursos, la creación de empleo sostenible y la mejora de la calidad de vida local. Un sistema de monitoreo y evaluación continua es esencial para tomar decisiones informadas y mejorar estrategias. Para incorporar la sostenibilidad ambiental, en los programas de estudio y actividades curriculares de los institutos técnicos y tecnológicos, se pueden realizar revisiones y actualizaciones de los planes académicos, crear cursos especializados, promocionar la interdisciplinariedad, incluir actividades prácticas, proyectos, organizar eventos y conferencias en colaboración con organizaciones externas.

La educación y la sensibilización ambiental en los programas de estudio, deben ser un proceso continuo y adaptativo, evaluando periódicamente su eficacia y realizando ajustes basados en los resultados y la retroalimentación de estudiantes y docentes. Las autoridades educativas y líderes institucionales son fundamentales para impulsar la economía circular en institutos técnicos y tecnológicos. Esto incluye establecer políticas y metas claras, asignar recursos adecuados, integrar la sostenibilidad en la gestión, fomentar la participación, reconocer el compromiso y forjar alianzas con entidades afines. Las autoridades deben comunicar eficazmente los avances en economía circular. Los líderes institucionales pueden utilizar boletines, sitios web, redes sociales y eventos para informar y concientizar a la comunidad educativa y a la sociedad sobre los logros en estas prácticas.

CONCLUSIONES

La economía circular se presenta como un enfoque completo y sostenible, para afrontar los retos medioambientales y sociales en los institutos técnicos y tecnológicos. La encuesta realizada evidencia un limitado conocimiento sobre este concepto y una implementación poco frecuente en estas instituciones.

Se ha desarrollado un modelo de economía circular específico para estos institutos técnicos y tecnológicos, cuyo propósito es impulsar prácticas sostenibles en la gestión de recursos, producción y consumo. Este modelo incluye estrategias con plazos y actividades detallados.

El modelo desarrollado, tras ser validado por expertos, destaca por su capacidad de adaptación a las realidades y necesidades específicas de los institutos técnicos y tecnológicos. Su viabilidad e innovación no solo radican en su alineación con los principios de la economía circular, sino también en su potencial para integrarse en la estructura educativa y operativa de estas instituciones, permitiendo una evolución sostenible a largo plazo.

La implementación de prácticas de economía circular en los institutos técnicos y tecnológicos puede transformar significativamente sus operaciones, no solo mediante la optimización de recursos y la reducción de costos, sino también al abrir nuevas oportunidades de colaboración con sectores productivos, fomentando la creación de redes que promuevan el reciclaje, la reutilización y la sostenibilidad dentro de la cadena de valor educativa.

Este estudio resalta la necesidad de institucionalizar la economía circular como un pilar estratégico en los institutos técnicos y tecnológicos, fomentando una cultura que promueva prácticas sostenibles desde la enseñanza hasta la gestión administrativa. Más allá de la reducción de residuos, se reconoce la economía circular como una vía para innovar en procesos formativos y operativos, potenciando el desarrollo de competencias y soluciones sostenibles que puedan impactar a nivel local y nacional.

RECONOCIMIENTO

Reconocimientos de los autores al Tecnológico Edupraxis y a los integrantes del proyecto "Economía circular: un enfoque de sostenibilidad ambiental y social en los institutos técnicos y tecnológicos", por todo el apoyo brindado en la realización de este trabajo.

REFERENCIAS

- [1] M. B. Falappa, M. Lamy, M. Vázquez y L. E. Bohm, «De una Economía Lineal a una Circular, en el siglo XXI,» Mendoza, 2019.
- [2] G. Durán Romero, «Progresando hacia un modelo de Economía circular,» Economía y mediambiente, vol. 211, pp. 211-215, 2019.
- [3] C. C. Da Costa Pimenta, «La Economía Circular como eje de desarrollo de los países latinoamericanos,» Revista Economía y Política, nº 35, pp. 1-18, 2022.
- [4] A. Ratum, A. Sachari y D. Wahjudi, «A Review on Circular Design Guideliness by Ideo and Ellen Macarthur Foundation,» E-Prosiding Pascasarjana ISBI Bandung, vol. 1, nº 1, 2020.
- [5] S. García García, «Economía circular: 30 años del principio de desarrollo sostenible evolucionan en el nuevo gran objetivo medioambiental de la Unión Europea,» Revista de estudios europeos, nº 71, pp. 309-321, 2018.
- [6] S. Scarpellini, P. Portillo y M. M. Fondevila, «Píldoras de economía circular en el aula para la enseñanza aplicada en sostenibilidad medioambiental,» de V Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Competitividad (CINAIC 2019), Madrid, 2019.
- [7] A. Sanz Hernández y M. Martínez Alfaro, «Innovación Social en las universidades al servicio de la sostenibilidad. Circular Society Lab como estudio de caso,» European Public & Social Innovation Review, vol. 5, nº 1, pp. 22-36, 2020.
- [8] V. R. Gómez Carrillo y J. J. Martín Jaime, «Análisis del impacto del emprendimiento sostenible y azul en las competencias transversales de la Educación Superior,» SciComm Report, vol. 3, pp. 1-12, 2023.
- [9] A. P. C. Palma, «A reestruturação do ensino superior em Portugal no âmbito do Processo de Bolonha (1999-2010): os mediadores, os fóruns e a edição de um referencial para o ensino superior,» Lisboa, 2019.
- [10] S. Alonso García, P. J. García Sempere y B. Berral Ortiz, «Metodologías activas para la enseñanza universitaria,» vol. 31, 2021.
- [11] C. K. Lim, M. S. Haufiku, K. L. Tan, M. F. Ahmed y T. F. Ng, «Systematic Review of Education Sustainable Development in Higher Education Institutions,» Sustainability, vol. 14, nº 20, 2022.
- [12] C. Caizaguano, E. Fonseca, M. Vega y P. Bazán, «Modelo de Gestión de Residuos de Equipos de Informática y Telecomunicaciones para Instituciones de Educación Superior,» Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação, vol. E, nº 31, pp. 436-451, 2020.
- [13] V. Freire Andrade, J. C. Rocha Hoyos, C. Esquetini Cáceres y E. A. Llanes Cedeño, «Análisis de la planificación estratégica para la gestión de las universidades particulares. Una alternativa exitosa,» ESPACIOS, vol. 40, nº 2, 2019.

[14] D. B. Alcántara, J. Diez Hernández, L. Miranda Sanz y V. Peñasco Hernández, «De una economía lineal a una economía circular. El caso de Inditex,» Revista de Contabilidad y Tributación, vol. CEF, nº 458, pp. 185-220, 2021.

[15] F. A. A. Mendoza Lozano Frederick Andrés y M. N. Ortegon Cifuentes, «Constructos teóricos para el diseño de un modelo sistémico de gestión universitaria: una mirada hacia la internacionalización,» Journal of Science and Research, vol. 7, nº CNINGEC II, p. 1285-1304, 2022.

[16] B. Garabiza , E. Prudente y K. Quinde, «La aplicación del modelo de economía circular en Ecuador: Estudio de caso,» Espacios, vol. 42, nº 2, pp. 222-237, 2021.

LOS AUTORES



Carmen Pino, Matemática de origen cubano, Master en Ciencias. Rectora y docente investigadora del Tecnológico Edupraxis. Autora de libros, capítulos de libros y artículos publicados en revistas indexadas en la WoS, Scielo y Latindex.



Orfa Jácome, Ingeniera de origen ecuatoriano, Magister. Presidente del Consejo de Regentes, directora del Centro de Investigación y docente investigadora del Tecnológico Edupraxis. Autora de artículos publicados en diferentes revistas indexadas en Latindex 2.0 y otras bases de datos.



Mario Vásquez, Ingeniero de origen ecuatoriano, Magister. Vicerrector Académico y docente investigador del Tecnológico Edupraxis. Autor de artículos publicados en diferentes revistas indexadas en Latindex 2.0 y otras bases de datos.



Reynaldo Peña, Licenciado de origen cubano, Magister. Docente investigador del Tecnológico Edupraxis. Autor de artículos publicados en diferentes revistas indexadas en Latindex 2.0 y otras bases de datos.