



Estrategia transformadora en el aprendizaje de ingeniería sostenible: experiencias basadas en el Design Thinking/Movimiento Maker+

Transformative strategy in sustainable engineering learning: experiences based on Design Thinking/Maker Movement+

Agustín Mejías-Acosta
Universidad de Carabobo, Venezuela

amejiasa@uc.edu.ve

 <https://orcid.org/0000-0002-6887-1836>

Adriana Janneth Díaz-Vargas
Universidad Manuela Beltrán, Bogotá, Colombia

adrianaj.diaz@docentes.umb.edu.co

 <https://orcid.org/0000-0002-7587-922>

Diana Carolina Montealegre-Rodríguez
Corporación Universitaria Minuto de Dios – UNIMINUTO, Bogotá, Colombia

diana.montealegre.r@uniminuto.edu

 <https://orcid.org/0000-0001-6745-2878>

Recepción: 26/11/2024 | Aceptación: 20/01/2025 | Publicación: 31/05/2025

Cómo citar (APA, séptima edición):

Mejías-Acosta, A., Díaz-Vargas, A. y Montealegre-Rodríguez, D. (2025). Estrategia transformadora en el aprendizaje de ingeniería sostenible: experiencias basadas en el Design Thinking/Movimiento Maker+. *INNOVA Research Journal*, 10(1), 71-92.

<https://doi.org/10.33890/innova.v10.n1.2025.2718>

Resumen

La enseñanza de la ingeniería presenta actualmente desafíos que limitan la capacidad de los futuros profesionales para enfrentar los problemas relacionados con la sostenibilidad. Las metodologías educativas están centradas en enfoques teóricos limitando al estudiante aplicar de manera práctica los principios de sostenibilidad, tecnología e innovación. El objetivo de esta

investigación es demostrar cómo el movimiento Maker, combinado con las metodologías como Design Thinking, por proyectos y por retos pueden ser herramientas eficaces para fomentar la innovación y la sostenibilidad en la educación superior. El Movimiento Maker es una herramienta transformadora basada en la creación de soluciones sostenibles e innovadoras, con un enfoque integral que responde a los desafíos globales de sostenibilidad; promueve el uso de tecnologías emergentes como energías renovables, materiales reciclables y biotecnología, permitiendo el uso eficiente de recursos y la minimización del impacto ambiental. Además, fomenta el trabajo colaborativo multidisciplinar, impulsando una conciencia ambiental y ética profesional. El análisis de factibilidad confirmó que la implementación de los proyectos era viable tanto técnica como económica, y que podía generar un impacto ambiental positivo significativo. Se evidenció el potencial del Design Thinking y las metodologías ágiles para abordar desafíos complejos de manera estructurada e innovadora. Además, el uso de herramientas tecnológicas emergentes no solo facilitó el desarrollo del proyecto, sino que también fortaleció las competencias técnicas y digitales de los estudiantes. A través de esta estrategia, se espera formar profesionales con competencias sólidas en sostenibilidad, mientras se evalúa el efecto del Movimiento Maker en su motivación y rendimiento académico.

Palabras claves: ingeniería sostenible; innovación; movimiento maker; design thinking; tecnologías 5.0.

Abstract

The teaching of engineering currently presents challenges that limit the ability of future professionals to address sustainability-related issues. Educational methodologies are centered on theoretical approaches, limiting students' ability to practically apply the principles of sustainability, technology, and innovation. The objective of this research is to demonstrate how the Maker movement, combined with methodologies such as Design Thinking, project-based learning, and challenge-based learning, can be effective tools to promote innovation and sustainability in higher education. The Maker Movement is a transformative tool based on the creation of sustainable and innovative solutions, with a comprehensive approach that addresses global sustainability challenges; it promotes the use of emerging technologies such as renewable energies, recyclable materials, and biotechnology, allowing for the efficient use of resources and the minimization of environmental impact. Moreover, it promotes multidisciplinary collaborative work, fostering environmental awareness and professional ethics. The feasibility analysis confirmed that the implementation of the projects was viable both technically and economically, and that it could generate a significant positive environmental impact. The potential of Design Thinking and agile methodologies to address complex challenges in a structured and innovative manner was evident. Moreover, the use of emerging technological tools not only facilitated the development of the project but also strengthened the technical and digital skills of the students. Through this strategy, it is expected to train professionals with solid competencies in sustainability, while evaluating the effect of the Maker Movement on their motivation and academic performance.

Keywords: sustainable engineering; innovation; maker movement; design thinking; 5.0 technologies.

1. Introducción

La ingeniería sostenible se presenta como un enfoque integral que busca equilibrar las necesidades de desarrollo humano con la protección del medio ambiente. Este campo emergente se basa en principios que promueven la utilización eficiente de los recursos, minimizando el impacto ambiental de las actividades industriales y urbanas. Uno de los pilares fundamentales de la ingeniería sostenible es el diseño de sistemas y procesos que sean no solo viables desde un punto de vista económico, sino también ambientalmente responsables. Esto implica la adopción de tecnologías renovables, la implementación de prácticas de reciclaje y la optimización de recursos para reducir el desperdicio.

Además, la ingeniería sostenible fomenta la investigación y el desarrollo de nuevas soluciones que promuevan la sostenibilidad a largo plazo. A través de la colaboración interdisciplinaria, los ingenieros pueden abordar problemas complejos y proponer alternativas que beneficien tanto a la sociedad como al entorno natural. Este enfoque no solo responde a la creciente necesidad de mitigar el cambio climático, sino que también busca crear un legado positivo para las futuras generaciones, integrando principios éticos y de responsabilidad social en cada proyecto (Useda, 2022).

En el contexto actual, la enseñanza tradicional de la ingeniería presenta varios desafíos que limitan la capacidad de los futuros profesionales para enfrentar los problemas globales relacionados con la sostenibilidad. Las metodologías educativas predominantes suelen estar centradas en enfoques teóricos, con poca oportunidad para que los estudiantes apliquen de manera práctica los principios de sostenibilidad, tecnología e innovación. Esto genera una desconexión entre el aprendizaje en el aula y la realidad compleja que exige soluciones inmediatas y sostenibles para el uso eficiente de los recursos, la energía limpia, la gestión ambiental y el desarrollo social (Atoche & Montalvo, 2020).

La creatividad es esencial para resolver problemas de ingeniería complejos, pero el enfoque de la educación en ingeniería está en la aplicación de enfoques y habilidades que son predecibles, rutinarios y carecen de creatividad (Patil et al., 2024). Adicionalmente, las competencias técnicas que se desarrollan en los programas de ingeniería no siempre están alineadas con las demandas del mercado, que busca ingenieros con habilidades para innovar en tecnologías verdes y generar impactos positivos en la sociedad (Neri & Hernández, 2019).

En este sentido, muchos egresados carecen de experiencia en la resolución de problemas mediante un enfoque práctico, colaborativo y multidisciplinario, aspectos esenciales para abordar los desafíos de la sostenibilidad. La falta de integración de tecnologías emergentes, como la fabricación digital, energías renovables o materiales sostenibles, en el proceso de enseñanza también limita el desarrollo de soluciones innovadoras (Martínez & Ruiz, 2022). Además, el sistema educativo actual no siempre fomenta la conciencia ambiental ni el emprendimiento, dejando a los estudiantes sin una visión ética o estratégica para la creación de soluciones sostenibles.

Ante esta problemática, es necesario implementar estrategias educativas más dinámicas e innovadoras que preparen a los ingenieros para responder a los desafíos de sostenibilidad, combinando teoría con práctica y promoviendo el desarrollo de soluciones tangibles, creativas y

multidisciplinarias (Caicedo, 2020). En la era actual, caracterizada por un rápido cambio tecnológico y una competencia feroz, las organizaciones buscan constantemente nuevas formas de innovar y resolver problemas complejos. En este contexto, el Design Thinking se ha posicionado como una metodología efectiva que promueve la creatividad y la colaboración. Este enfoque, centrado en el ser humano, no solo busca resolver problemas, sino también generar soluciones innovadoras que respondan a las necesidades reales de los usuarios.

El Movimiento Maker se presenta como una respuesta a esta necesidad, ofreciendo un enfoque transformador en el que los estudiantes pueden "aprender haciendo" mientras aplican sus conocimientos en la construcción de proyectos sostenibles que tengan un impacto positivo en su entorno. El movimiento maker ha generado un nuevo paradigma en la fabricación, democratizando el acceso a conocimientos y tecnologías para el prototipado, materialización de ideas y colaboración global (Fanio-González et al., 2024).

El objetivo de esta investigación es demostrar cómo el Movimiento Maker, combinado con las metodologías como Design Thinking, por Proyectos y por Retos pueden ser herramientas eficaces para fomentar la innovación y la sostenibilidad en la educación superior, proporcionando un marco estructurado que guía a los estudiantes en la creación de soluciones innovadoras a problemas complejos. Autores como Dale Dougherty y Chris Anderson (2012) han destacado la importancia del Movimiento Maker en la educación, subrayando su potencial para desarrollar habilidades prácticas y fomentar una mentalidad de "aprendizaje haciendo".

El Design Thinking se ha convertido en un proceso omnipresente para fomentar la innovación en diversos campos (Rösch et al., 2023). En el ámbito educativo, el Design Thinking se reconoce como una potente herramienta pedagógica que permite a los estudiantes convertirse en solucionadores de problemas, pensadores críticos y comunicadores eficaces (Bathla et al., 2024). En este panorama en constante evolución, la integración del Design Thinking en la enseñanza de la ingeniería presenta un terreno complejo lleno de logros notables y áreas propicias para una mayor investigación (Deng & Liu, 2024).

En el contexto universitario, se han desarrollado proyectos que abordan desafíos locales y globales, promoviendo la sostenibilidad y la responsabilidad ambiental. Los estudiantes han creado dispositivos ecológicos y han propuesto soluciones sostenibles en áreas clave, reflejando una mayor comprensión y compromiso con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Esta investigación presenta los resultados de estos proyectos, analizando su impacto en el aprendizaje y la conciencia sostenible de los estudiantes, destacando el potencial transformador del Movimiento Maker en la educación superior (Pérez, et al, 2020).

Este enfoque tiene como objetivo no solo mejorar las habilidades técnicas de los futuros ingenieros, sino también prepararlos para los desafíos globales, integrando innovación, sostenibilidad y colaboración en el proceso de aprendizaje.

2. Marco teórico

2.1 La ingeniería Sostenible y su Importancia en el contexto actual

La ingeniería sostenible se ha convertido en un pilar fundamental en el contexto actual debido a la creciente preocupación por el medio ambiente y la necesidad de desarrollar soluciones que no comprometan los recursos para las futuras generaciones. En un mundo donde el cambio climático, la escasez de recursos y la contaminación son problemas apremiantes, la ingeniería sostenible ofrece un enfoque holístico que integra principios económicos, sociales y ambientales. Este enfoque no solo se centra en la eficiencia de los recursos, sino que también promueve la innovación en tecnologías limpias y renovables, favoreciendo un desarrollo que respete los ecosistemas (Rivera et al., 2021).

La importancia de esta disciplina se manifiesta en su capacidad para crear infraestructuras resilientes que minimizan el impacto ambiental negativo, mientras que al mismo tiempo satisfacen las necesidades humanas. En este contexto, los ingenieros tienen el desafío de repensar los métodos tradicionales y adoptar prácticas que prioricen la sostenibilidad, lo que resulta crucial para la construcción de un futuro más equilibrado y justo. La implementación de la ingeniería sostenible en proyectos actuales no solo contribuye a la conservación del medio ambiente, sino que también genera oportunidades económicas y mejora la calidad de vida de las comunidades, resaltando su relevancia en el desarrollo contemporáneo

2.2. Design Thinking

2.2.1. Conceptos fundamentales del Design Thinking

El Design Thinking es una metodología centrada en el usuario que busca fomentar la innovación a través de la empatía y la colaboración. Se basa en la comprensión profunda de las necesidades de los usuarios, lo que permite abordar problemas complejos de manera creativa. Este enfoque se divide en varias etapas: la empatía, donde se investiga y se recolecta información sobre las experiencias del usuario; la definición, que consiste en enmarcar el problema a resolver; la ideación, donde se generan múltiples ideas sin limitaciones; el prototipado, que implica la creación de versiones simplificadas de soluciones, y finalmente, la prueba, donde se validan las ideas a través de la interacción con los usuarios (Perez et al., 2019).

A lo largo de este proceso, se fomenta un ambiente de colaboración multidisciplinaria, lo que enriquece las soluciones propuestas y asegura que se alineen con las expectativas y necesidades reales de los usuarios. Es fundamental que los equipos mantengan una mentalidad abierta y flexible, adaptándose a los cambios y aprendiendo de cada fase del proceso. El Design Thinking no solo se aplica en el ámbito del diseño, sino que también es ampliamente utilizado en negocios, educación y desarrollo de productos, convirtiéndose en una herramienta esencial para la innovación centrada en el ser humano.

En las últimas décadas, el Movimiento Maker ha emergido como una estrategia pedagógica innovadora que promueve el aprendizaje activo y práctico, conectando teoría y práctica a través de la creación de proyectos tangibles (Flores, et al., 2019). Este enfoque es especialmente relevante en el contexto de la educación superior, donde se busca preparar a los estudiantes de ingeniería para enfrentar desafíos reales del mundo profesional.

Design Thinking es un proceso iterativo de resolución de problemas e innovación en las organizaciones, que se basa en principios específicos como el enfoque en las necesidades del usuario, la multidisciplinaria, etc. y utiliza métodos específicos como el pensamiento creativo,

la visualización, la experimentación, etc. (Rösch et al., 2023). El Design Thinking se basa en las formas creativas de trabajar de los diseñadores y se define como un método formal para la resolución creativa de problemas cuyo objetivo es fomentar la innovación aprovechando la sensibilidad y los métodos del diseñador (Rylander et al., 2022).

2.2.2. Fases del Design Thinking

Las fases del Design Thinking en proyectos sostenibles comprenden una serie de etapas que permiten abordar problemas de manera creativa y efectiva, garantizando que las soluciones no solo sean innovadoras, sino también viables desde el punto de vista ambiental y social. A partir de la propuesta de (Brown, 2008), en el proceso de Design Thinking se pueden considerar cinco fases básicas; la primera fase, la empatía, se centra en comprender profundamente a los usuarios y sus necesidades. Esto implica realizar entrevistas, observaciones y otros métodos de investigación para captar las experiencias de las personas afectadas por el problema. En la fase de definición, se articulan los hallazgos obtenidos en la etapa anterior para identificar el problema central que se desea resolver, asegurando que la perspectiva del usuario esté en el centro del diseño. (Latorre et al., 2020).

La fase de ideación sigue, donde se generan una variedad de ideas y soluciones potenciales. Aquí, se fomenta la creatividad y se busca involucrar a un grupo diverso de personas para maximizar la cantidad de propuestas. Posteriormente, en la fase de prototipado, se construyen representaciones tangibles de las ideas más prometedoras. Esto puede incluir, modelos o simulaciones digitales. La fase de prueba permite evaluar estos prototipos con los usuarios reales, proporcionando retroalimentación valiosa que se utiliza para refinar las soluciones propuestas. Este proceso iterativo asegura que las soluciones finales sean efectivas y estén alineadas con los principios de sostenibilidad, considerando no solo la viabilidad económica, sino también el impacto social y ambiental que tendrán en la comunidad (Morelia et al., 2021).

2.2.3. Enfoques del Design Thinking

El Design Thinking es una metodología innovadora de resolución de problemas que coloca al usuario en el centro del proceso creativo. Este enfoque iterativo y colaborativo utiliza cinco etapas principales: empatizar, definir, idear, prototipar y evaluar. Al centrarse en las necesidades, motivaciones y desafíos de las personas para las que se diseña, el Design Thinking permite generar soluciones efectivas y adaptadas a contextos diversos. Design Thinking es una herramienta poderosa para la innovación y la resolución de problemas complejos, siendo un proceso iterativo que se estructura en cinco fases: empatizar, definir, idear, prototipar y testear (Serrano, & Blázquez, 2016).

Uno de los aspectos más fascinantes del Design Thinking es su capacidad de adaptación en diferentes áreas. En el ámbito de los negocios, se emplea para diseñar productos y servicios innovadores, mejorar la experiencia del cliente y desarrollar modelos de negocio centrados en las personas. Por ejemplo, IBM ha adoptado esta metodología para crear soluciones empresariales personalizadas, logrando acelerar los procesos de desarrollo y aumentar la satisfacción de sus clientes (Alcántara-Reyes et al., 2024).

En el campo de la educación, el Design Thinking se aplica para rediseñar currículos y metodologías de enseñanza que respondan a las necesidades de los estudiantes, como ocurre en la Universidad de Stanford. En el sector salud, esta metodología ha transformado el diseño de dispositivos médicos y optimizando procesos hospitalarios para garantizar que sean más accesibles y centrados en los pacientes. Un caso emblemático es el de Kaiser Permanente, que utilizó Design Thinking para mejorar la experiencia de los pacientes en sus hospitales (López, 2019).

Existen numerosos casos de éxito que destacan la efectividad del Design Thinking. Airbnb, por ejemplo, rediseñó su plataforma en un momento crítico al entrevistar usuarios y redescubrir sus necesidades, lo que los llevó a convertirse en un gigante global de la hospitalidad. Por su parte, GE Healthcare transformó sus máquinas de resonancia magnética, convirtiéndolas en experiencias temáticas dirigidas a niños, disminuyendo así el estrés de los pequeños pacientes. En el ámbito financiero, el Banco BBVA utilizó esta metodología para revolucionar su experiencia digital, aumentando la adopción de su banca móvil (Vera et al., 2020).

Comparado con enfoques de resolución de problemas más tradicionales, el Design Thinking destaca por su enfoque flexible y centrado en las personas. Mientras que los métodos tradicionales suelen ser lineales, rígidos y basados en datos históricos, el Design Thinking apuesta por la iteración, la colaboración interdisciplinaria y la co-creación con los usuarios. Esto permite generar soluciones creativas e inesperadas, en contraste con los resultados más previsibles que a menudo producen los métodos convencionales (Mootee, 2014).

El eje central del Design Thinking es su enfoque centrado en el usuario (Cespedes, 2022). Este principio guía todo el proceso, comenzando con una comprensión profunda del contexto del usuario mediante entrevistas, observaciones y análisis. Además, fomenta la participación activa de los usuarios en la generación y evaluación de ideas, asegurando que las soluciones diseñadas respondan a sus necesidades reales. En el ámbito educativo, por ejemplo, este enfoque ha llevado a rediseñar espacios de aprendizaje colaborativos con retroalimentación directa de estudiantes y profesores, creando entornos más funcionales y atractivos.

Finalmente, el Design Thinking es una metodología poderosa para abordar problemas complejos y crear soluciones innovadoras. Su enfoque en el usuario, combinado con su flexibilidad y capacidad de adaptación, lo convierte en una herramienta clave en diversos campos, desde los negocios hasta la educación y la salud.

2.3. Movimiento Maker y su relevancia en la educación

2.3.1. Definición del Movimiento Maker

La educación Maker es un movimiento educativo que busca facilitar el aprendizaje de las y los estudiantes, al mismo tiempo que integra diferentes campos del conocimiento para poder resolver un problema o realizar un proyecto (Salgado, 2023). El Movimiento Maker es una corriente global que promueve la cultura de "hacer" o "fabricar" como una forma de aprendizaje activo y creativo. Surgió a principios del siglo XXI y está íntimamente relacionado con el auge de tecnologías accesibles, como la impresión 3D, la robótica y los microcontroladores, así como con la filosofía del "hazlo tú mismo" (DIY) (Sanabria, 2018).

Este movimiento fomenta la experimentación, el diseño y la construcción de proyectos que combinan ciencia, arte y tecnología, abriendo espacios para que cualquier persona, independientemente de su edad o experiencia previa, pueda crear, colaborar y compartir sus ideas. Los espacios makers, conocidos como "makerspaces" o "fablabs", proporcionan herramientas y recursos para que los participantes desarrollen habilidades técnicas y creativas, al tiempo que resuelven problemas del mundo real (Poveda, 2020).

2.3.2. Beneficios de la educación Maker

La incorporación del Movimiento Maker en el ámbito educativo ofrece múltiples beneficios, transformando las aulas tradicionales en entornos dinámicos donde los estudiantes se convierten en protagonistas de su propio aprendizaje. En primer lugar, fomenta el aprendizaje basado en proyectos, permitiendo que los alumnos apliquen conceptos teóricos en contextos prácticos, lo que mejora significativamente la comprensión y retención del conocimiento. Además, desarrolla habilidades transversales esenciales para el siglo XXI, como el pensamiento crítico, la resolución de problemas, el trabajo en equipo y la creatividad.

Otro aspecto relevante es la capacidad del enfoque Maker para despertar el interés por disciplinas STEM (ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas), especialmente entre estudiantes que podrían sentirse desmotivados por métodos tradicionales de enseñanza. Al integrar el diseño y la fabricación de proyectos reales, los estudiantes experimentan un sentido de logro que refuerza su confianza y autonomía. Además, esta metodología promueve la inclusión, ya que permite personalizar el aprendizaje y adaptarlo a las necesidades y talentos individuales de los estudiantes, eliminando barreras asociadas con las evaluaciones estandarizadas (Von Feigenblatt et al., 2022).

Finalmente, la educación Maker tiene un impacto positivo en la formación de ciudadanos globales responsables. Al trabajar en proyectos que enfrentan problemas del mundo real, como el desarrollo sostenible o la creación de soluciones tecnológicas accesibles, los estudiantes adquieren una perspectiva ética y social que los prepara para contribuir activamente a sus comunidades. En este sentido, el Movimiento Maker no solo potencia el aprendizaje, sino que también fomenta la innovación y la responsabilidad colectiva, convirtiéndose en una herramienta esencial para los desafíos educativos del futuro (Del Real, 2023).

3. Metodología

3. Integración del Design Thinking en la Enseñanza de la Ingeniería Sostenible

3.1. Metodología aplicada

Para la investigación se aplicaron metodologías ágiles, las cuales se definen como un conjunto de enfoques para la gestión y desarrollo de proyectos que se caracterizan por su flexibilidad, colaboración y orientación a la entrega continua de valor. Nacieron como una respuesta a las limitaciones de los métodos tradicionales de gestión, que tienden a ser rígidos y poco adaptables a cambios. Estas metodologías se fundamentan en los principios del Manifiesto Ágil (Beck et al., 2001), que priorizan a las personas y sus interacciones, el software funcional, la colaboración con el cliente y la respuesta rápida al cambio sobre los procesos y herramientas rígidas.

Las metodologías ágiles se utilizan principalmente en el desarrollo de software, pero su aplicación se ha extendido a diversos sectores como la educación, la manufactura, la logística y la gestión empresarial. Su objetivo es fomentar la entrega incremental de resultados, permitiendo ajustes continuos y una mejora constante basada en la retroalimentación.

El enfoque en Design Thinking se presenta como una alternativa para un acercamiento a la investigación y al aprendizaje colaborativo mediado por la tecnología. Así, se abre la discusión sobre el papel de los prototipos como resultados de la investigación, afirmando que el pensamiento de diseño es un enfoque significativo en la investigación (Leinonen & Gazulla, 2014). Esta metodología ha sido usada por diferentes autores en diferentes contextos, entre los que se destacan: Aguirre-Villalobos et al. (2023), analizan su relevancia en estudiantes universitarios de Chile. Griffith & Lechuga-Jimenez (2024).

Para complementar, se aplica la metodología por Retos, la metodología por Retos es un enfoque pedagógico que busca promover el aprendizaje activo mediante la resolución de problemas reales y significativos para los estudiantes. Este método parte del planteamiento de un desafío específico, que los estudiantes deben abordar aplicando sus conocimientos previos, investigando nuevas soluciones y colaborando en equipo. La metodología pone énfasis en el aprendizaje experiencial y en el desarrollo de competencias clave como el pensamiento crítico, la creatividad, la comunicación y el trabajo en equipo. Al conectar el proceso de aprendizaje con problemas auténticos, los estudiantes se comprometen de manera más profunda, mejorando su comprensión y reteniendo el conocimiento de forma más efectiva.

Uno de los referentes clave en la formalización de este enfoque es Semenov (2017), quien destaca que la metodología por retos transforma a los estudiantes de receptores pasivos de información en protagonistas de su propio aprendizaje. Según el autor, este método permite a los alumnos enfrentarse a situaciones complejas del mundo real, promoviendo una educación más relevante y adaptada a las demandas del siglo XXI.

Otro aporte significativo es el de Johnson y Johnson (1999), quienes establecieron las bases del aprendizaje cooperativo, una de las dinámicas centrales en la metodología por retos. Según estos autores, trabajar en equipo no solo mejora el rendimiento académico, sino que también fomenta habilidades sociales esenciales para la vida profesional. De forma similar, Kolb (1984), con su modelo de aprendizaje experiencial, resalta la importancia de aprender a través de la acción y la reflexión, principios que son fundamentales en la metodología por retos.

Martínez-Clares y González-Geraldo (2021) han explorado cómo esta metodología puede ser aplicada en contextos educativos variados, desde la educación básica hasta la educación superior. Estos autores subrayan que, al enfrentarse a retos reales, los estudiantes no solo adquieren competencias técnicas, sino que también desarrollan una conciencia crítica sobre los problemas sociales y medioambientales. En conjunto, la metodología por retos se presenta como una estrategia educativa innovadora que responde a las necesidades de un mundo cambiante. Su aplicación no solo fomenta el aprendizaje profundo, sino que también prepara a los estudiantes para enfrentar los desafíos del futuro con creatividad y responsabilidad. Esta metodología se centra en el aprendizaje activo a través de la resolución de problemas reales y el desarrollo de proyectos concretos. Los estudiantes trabajan en equipos para abordar retos específicos, aplicando sus conocimientos teóricos a situaciones prácticas. Este enfoque no solo mejora la comprensión de los

conceptos, sino que también desarrolla habilidades blandas como el trabajo en equipo, la comunicación y el pensamiento crítico.

3.2. Desarrollo del Caso: Prototipado.

El presente estudio de caso explora la integración de metodologías ágiles como Design Thinking en el desarrollo de proyectos académicos en el ámbito de las ingenierías y programas de salud. Este enfoque metodológico se centra en la innovación, la resolución de problemas complejos y el aprendizaje activo mediante la implementación de herramientas tecnológicas emergentes. A través de un enfoque colaborativo y orientado a la sostenibilidad, se busca no solo abordar desafíos reales, sino también preparar a los estudiantes para un entorno profesional cambiante y tecnológicamente avanzado.

La investigación se desarrolló en algunas instituciones de educación superior a nivel nacional e internacional. Los estudiantes participantes en esta investigación, conformaban los grupos de cada asignatura asignada al plan de trabajo del docente investigador participante, involucrando asignaturas como Ingeniería de métodos, Producción, Distribución en Planta, Logística, Formulación de Proyectos, Desarrollo de proyectos en salud y Semillero de Investigación, entre otras, los estudiantes trabajaron en la identificación y resolución de problemáticas reales relacionadas con el reto en “sostenibilidad, aplicación y uso de tecnologías emergentes”. Esta estrategia pedagógica, por Retos, se centra en el aprendizaje activo y la resolución de problemas prácticos en equipos multidisciplinarios.

El uso de herramientas tecnológicas como Microsoft Project, AutoCAD, impresoras 3D e inteligencia artificial generativa facilitó el diseño, desarrollo y gestión de los proyectos. Estas tecnologías permitieron a los estudiantes diseñar prototipos funcionales, gestionar recursos eficientemente y evaluar la viabilidad técnica, económica y ambiental de sus propuestas.

Uno de los proyectos destacados fue el desarrollo de un Manual de BPM para optimizar procesos logísticos en empresas de manufactura y de servicios, con un enfoque en la reducción del impacto ambiental. Así, como la creación de prótesis sostenibles, mejoras en procesos tanto industriales como de servicios, a través de prácticas sostenibles y aplicación de tecnologías emergentes; cabe mencionar, la creación de prototipos de sillas de ruedas para mejorar la movilidad en seres sintientes, entre otros. Los equipos interdisciplinarios, conformados por estudiantes de Ingeniería Industrial, Ingeniería Mecatrónica, Ingeniería Ambiental, Ingeniería de Software, Ingeniería Biomédica y del área de salud, trabajaron en colaboración con empresas locales, fundaciones, hospitales para identificar áreas críticas en la cadena de suministro, como el transporte de materiales, el diseño de productos y servicios, el empaquetado y envasado, manejo de residuos e implementación energías renovables.

3.2.1. Fases del Proceso

- 1. Empatizar:** Se realizaron entrevistas y observaciones con empleados y gerentes de las organizaciones en las comunidades a impactar, para comprender los principales desafíos sostenibles, sociales y ambientales. Se realizó el uso y manejo de bases de datos especializadas para recolección de información.

2. **Definir:** A partir de la información recolectada, los equipos interdisciplinarios definieron la problemática principal en la falta de conocimiento y concientización de los Objetivos de Desarrollo Sostenibles Agenda 2030 y el COP16, falta de uso de materiales alternativos y amigables con el medio ambiente, falta de ética y responsabilidad social, falta de implementación de Energías renovables; lo que genera costos elevados y un impacto ambiental significativo.
3. **Idear:** Se generaron múltiples ideas, priorizando aquellas que combinaban tecnología avanzada con estrategias sostenibles, como el uso de vehículos eléctricos en distribución y transporte y rutas optimizadas mediante algoritmos de inteligencia artificial, entre otras.
4. **Prototipar:** Utilizando AutoCAD como herramienta principal, impresora 3D, los estudiantes desarrollaron modelos a escala de productos y servicios mediados por tecnologías aplicados en diferentes sectores económicos del país.
5. **Testear:** los prototipos fueron evaluados mediante simulaciones en 3D, y directamente con pruebas técnicas con el usuario, demostrando una funcionalidad del 95%, reducción del 25% en costos operativos y un 30% en emisiones de CO₂.

3.3. Evaluación de Aprendizajes Basados en el Design Thinking

3.3.1. Criterios de evaluación

El proceso de evaluación en el aprendizaje basado en Design Thinking se centra en medir competencias clave relacionadas con la innovación, la resolución de problemas y el trabajo colaborativo. En este sentido, uno de los criterios más relevantes es la empatía, ya que representa la capacidad de los estudiantes para comprender profundamente las necesidades, emociones y contextos de los usuarios (Cuiñas et al., 2016). Esto se evalúa mediante la calidad de las observaciones realizadas, la pertinencia de las entrevistas conducidas y el nivel de detalle con el que se identifican los desafíos del usuario. Una comprensión sólida de los usuarios permite construir soluciones más significativas y personalizadas.

En la fase de investigación, se desarrolló un trabajo directo in situ con la comunidad objetivo, promoviendo una interacción cercana que facilitó la creación de alianzas estratégicas y encuentros significativos entre los usuarios y los estudiantes. Este enfoque participativo permitió comprender de manera más integral las necesidades y expectativas de la comunidad. Además, se establecieron vínculos directos con empresas y empresarios relacionados, lo que enriqueció el análisis al incorporar perspectivas prácticas y experiencias del sector, fortaleciendo el desarrollo del proyecto.

Otro aspecto fundamental es la habilidad para definir claramente el problema (Costa et al., 2016). Esta etapa requiere que los estudiantes transformen información desestructurada en una declaración clara y enfocada del problema que guíe el desarrollo de las soluciones. La evaluación en este criterio considera la precisión, relevancia y alineación de la definición del problema con las necesidades identificadas, demostrando la capacidad de priorizar lo esencial frente a lo accesorio. Durante la fase de investigación, se emplearon herramientas como el árbol de problemas y el árbol de objetivos, las cuales facilitaron un análisis profundo y estructurado de la problemática. Estas herramientas permitieron desglosar las causas y efectos del problema identificado, así como visualizar las posibles soluciones, proporcionando una base sólida para abordar con mayor claridad y enfoque las etapas siguientes del proyecto.

En la etapa de ideación, se prioriza la creatividad y la capacidad para generar ideas innovadoras. La diversidad de las propuestas, el trabajo colaborativo y la habilidad para construir sobre las ideas de otros son elementos centrales en esta evaluación. No se busca únicamente cantidad, sino también originalidad y un enfoque práctico hacia las posibles soluciones, fomentando un ambiente de experimentación y apertura (Arraisu & Martínez, 2018). En esta etapa, se llevó a cabo la implementación del RETO del proyecto, orientado a desarrollar una solución alineada con los principios de sostenibilidad y aprovechando las capacidades de las Tecnologías 5.0.

El prototipado es un criterio que evalúa la capacidad de los estudiantes para materializar sus ideas de manera tangible. Se valora la creatividad en el diseño, la funcionalidad de los prototipos y su capacidad para representar una solución viable. Este criterio también considera cómo los equipos integran retroalimentación inicial para mejorar sus modelos y prepararlos para las pruebas reales (García, 2021). En esta etapa del proyecto, los estudiantes emplearon herramientas de diseño en 3D y tecnología de impresión 3D, algunos fueron trabajados en talleres con herramientas, con el fin de desarrollar y presentar el primer modelo de su prototipo, logrando materializar sus ideas con precisión y detalle.

Finalmente, el proceso de pruebas e iteración mide la habilidad para recibir críticas constructivas y realizar ajustes significativos en las soluciones propuestas. El énfasis está en el aprendizaje continuo a través de la experimentación y en cómo las iteraciones reflejan una mejor comprensión del problema y las necesidades del usuario (Jiménez & Castillo, 2018). Este criterio resalta la importancia de aprender de los errores, lo que es fundamental en un enfoque como el Design Thinking.

Los resultados de la investigación evidenciaron que el 80% de los prototipos presentados lograron cumplir con los requerimientos de los usuarios desde la primera prueba. Este hallazgo refleja un alto nivel de alineación entre las necesidades identificadas durante la fase inicial y las soluciones diseñadas, destacando la efectividad del proceso de investigación y el enfoque centrado en el usuario.

En cada una de estas etapas, se evalúan de manera transversal las competencias de colaboración y comunicación, así como la capacidad reflexiva de los estudiantes. El trabajo en equipo, la resolución de conflictos y la efectividad en la presentación de ideas y resultados son esenciales para garantizar un aprendizaje integral. Asimismo, la reflexión crítica sobre el proceso y los aprendizajes obtenidos permite consolidar una experiencia educativa significativa que trascienda los resultados inmediatos del proyecto. Un aspecto destacado de este proceso de investigación es el involucramiento de las familias en el diseño y la materialización de los prototipos, demostrando interés y acompañando a los estudiantes en cada prueba.

3.3.2. Herramientas de retroalimentación

La retroalimentación en el Design Thinking es un proceso continuo y colaborativo que permite mejorar las soluciones y el aprendizaje a lo largo de cada etapa del proyecto (Castro, et al., 2023). Una herramienta clave son los tableros Kanban o plataformas como Trello, que facilitan el seguimiento visual del progreso de las tareas y etapas del diseño. Estas herramientas permiten a

los equipos identificar puntos críticos, priorizar actividades y visualizar áreas donde se requieren ajustes, promoviendo una retroalimentación oportuna y basada en evidencia; en esta investigación se utilizó las herramientas interactivas de Microsoft institucionales, para tal fin.

Otro método valioso son las sesiones de feedback 360°, en las que los participantes reciben comentarios de múltiples perspectivas: compañeros, mentores y usuarios. Este enfoque fomenta un diálogo abierto y diverso, enriqueciendo el aprendizaje al exponer a los estudiantes a diferentes opiniones y sugerencias. Al centrarse en el impacto del proyecto y las dinámicas del equipo, estas sesiones fortalecen tanto el producto como las habilidades interpersonales de los estudiantes. Estas sesiones se llevaron a cabo a través de asesorías directas a los grupos, además de que se proporcionaron retroalimentaciones periódicas a través de las plataformas de entrega en cada avance realizado. La participación en eventos también enriqueció el proyecto de los estudiantes, permitiéndoles escuchar a expertos en investigación y recibir comentarios sobre las ideas propuestas.

Las herramientas digitales, como Miro, Figma o Canva, son fundamentales para el prototipado y la colaboración a distancia. Estas plataformas permiten que los estudiantes trabajen en tiempo real sobre ideas y modelos, lo que facilita una retroalimentación rápida y visualmente clara. Complementariamente, las encuestas en línea a través de Google Forms o Typeform permiten recoger opiniones de los usuarios sobre los prototipos, asegurando que las mejoras estén fundamentadas en las necesidades reales del público objetivo (Osis, et al., 2022).

Estas herramientas facilitaron la comunicación efectiva entre todos los involucrados en el proceso, como empresarios, estudiantes, docentes y expertos de diversas áreas, quienes colaboraron de diferentes maneras en el desarrollo y perfeccionamiento de los diseños. La retroalimentación constante y la colaboración multidisciplinaria aseguraron que el diseño fuera relevante y ajustado a las necesidades de todos los interesados.

Finalmente, la práctica de realizar demostraciones y pruebas con usuarios reales proporciona una retroalimentación directa y práctica. Estas interacciones permiten a los estudiantes identificar fallos o áreas de mejora en sus soluciones, mientras desarrollan la capacidad de escuchar activamente y adaptarse (Llamas et al., 2029). Grabaciones de estas pruebas también pueden usarse como material de análisis, reforzando el aprendizaje posterior.

4. Resultados y discusión

4.1 Experiencias Prácticas en el Aula

Los resultados mostraron un aumento significativo en el compromiso estudiantil y en la comprensión de conceptos de sostenibilidad. El Movimiento Maker no solo enriquece el aprendizaje práctico, sino que también promueve una mentalidad de innovación sostenible, preparando a los estudiantes para enfrentar los desafíos ambientales del futuro (Sánchez, 2019).

El enfoque social de las propuestas es un componente clave de esta metodología. Al abordar problemas reales que afectan a comunidades locales y globales, los estudiantes desarrollan un profundo sentido de responsabilidad social y compromiso con la mejora del bienestar humano y

animal (Berna, etl al, 2024). Además, el proceso de prototipado y prueba incluye la interacción directa con los usuarios finales, lo que asegura que las soluciones sean relevantes y efectivas.

4.1.1. Desarrollo de Prototipos de Diseño Sostenible

Los estudiantes lograron diseñar y construir prototipos innovadores basados en principios de sostenibilidad. Entre las propuestas de proyectos destacados se encuentran sistemas de energía renovable a pequeña escala, dispositivos de gestión eficiente del agua, dispositivos de Salud, entre otros. Estos proyectos demostraron el impacto tangible del Movimiento Maker en la creación de soluciones sostenibles para problemas reales. Cumplimiento con especificaciones del beneficiario en un 80% de los prototipos entregados, en la primera prueba de los prototipos se cumplió en un 70% de la funcionalidad del total; entre los más significativos se encuentran:

- Siete prototipos de casas sostenibles para mascotas,
- Siete prototipos de sillas de ruedas para mascotas. (Guadua y níquel reciclado).
- Tres prototipos de prótesis de mano con tecnología en Impresión 3D

4.2. Mejora de Competencias Técnicas y Transversales

Los estudiantes desarrollaron habilidades técnicas en áreas como programación, diseño y fabricación digital, así como competencias en energías limpias, economía circular, tecnologías emergentes y gestión de residuos. También mejoraron sus habilidades blandas, como el trabajo en equipo, la creatividad, la resolución de problemas y la comunicación, esenciales para la ingeniería sostenible. Las soluciones se centraron principalmente en temas de Inteligencia Artificial, Machine learning, Gamificación, Energías Renovables, Desarrollo de aplicaciones, Materiales sostenibles, Gestión de residuos, Telemedicina, entre otros.

- Manuales de buenas prácticas sostenibles en logística, de diferentes sectores de PYMES de Bogotá.
- Mejoras en el flujo de materiales en empresas de servicios y/o producción, en Bogotá y sectores aledaños.
- Alrededor de más de 50 propuestas de proyectos sostenibles, presentados en eventos de semilleros de investigación, tanto nacionales como internacionales.

Se realiza visita al Centro de Entrenamiento de Energías Renovables FUNcener, en la ciudad de Bogotá, con todos los participantes, para dar a conocer las diferentes alternativas de energías limpias aplicadas a cualquier sector e implementar en sus propuestas.

4.3. Mayor Conciencia Ambiental y Ética Profesional

Se observó un incremento significativo en la conciencia ambiental de los participantes, quienes integraron al 100% los Objetivos de Desarrollo Sostenible en todos los proyectos. Esta transformación se tradujo en una actitud más responsable y ética hacia el diseño de soluciones, con un enfoque en minimizar el impacto ambiental y maximizar el bienestar social. Se realizó trabajo social con la entrega de bultos de alimento para mascotas, medicinas, cobijas, periódico, entre otras a las fundaciones participantes más vulnerables

En el marco del proyecto se realizó el “Evento de adopción y vacunación” para promover el bienestar animal con la participación de cinco fundaciones y más de 40 perros para adopción. También se realizó jornada de vacunación donde se adoptaron aproximadamente 20 perritos sin

hogar y se realizó la entrega de los prototipos de sillas de ruedas para mascotas a sus beneficiarios. Se tuvo la participación de toda la comunidad educativa.

4.4. Fomento de la Colaboración Multidisciplinaria

La implementación del Movimiento Maker facilitó el trabajo colaborativo entre estudiantes de diferentes disciplinas. Este enfoque multidisciplinario permitió integrar conocimientos de ingeniería, ciencias ambientales, económicas y salud, en la creación de soluciones más completas y sostenibles. Se cuenta con la participación de Universidades nacionales e internacionales en los programas de Ingeniería Industrial, Ingeniería Biomédica, Ingeniería Ambiental, Ingeniería Civil, Ingeniería de software, Ingeniería electrónica y Especialización Gerencia de proyectos, así como programas de salud (fisioterapia, fonoaudiología, psicología).

Un aspecto importante para resaltar fue la participación del sector privado y público, ya que se contó con la participación de docentes de cada programa. Especialmente con la colaboración del CEO de NUCLEUMPET ortopédicos, encargado de dirigir el diseño y prototipado de las sillas de ruedas con los estudiantes. También se contó con la colaboración de la Fundación Materialización 3D de la ciudad de Bogotá, quienes apoyaron y asesoraron todo el proceso de producción de las prótesis.

Una colaboración significativa en el proyecto fue la participación de la Senadora de La República de Colombia Andrea Padilla, en el marco del proyecto, con una Conferencia “Seres Sintientes, una mirada desde la proyección social” y entrevista en la emisora de la Universidad enfocado en la participación de la universidad, el estado y la empresa para cumplir con los objetivos de Desarrollo Sostenibles.

El sector privado se hizo presente con la colaboración de La Cámara Colombiana de Innovación y Nuevas Tecnologías, con una conferencia de su presidente, sobre el manejo de residuos sólidos de la construcción, además CEO de Ingelabs Laboratorios S.A.S. análisis y ensayos técnicos de Yopal, Colombia.

4.5. Evaluación Positiva del Aprendizaje Activo

Los resultados de las evaluaciones revelaron un aumento significativo en la motivación y el desempeño académico de los estudiantes que participaron en la metodología Maker, en comparación con los que siguieron métodos tradicionales. Este enfoque activo y práctico, centrado en la ingeniería sostenible, fomentó un mayor compromiso y una comprensión más profunda de los conceptos. Además, los estudiantes y miembros del Semillero de Investigación participaron en varios eventos académicos nacionales e internacionales, donde presentaron investigaciones y proyectos innovadores relacionados con la mejora de procesos productivos y la sostenibilidad. Destacaron en eventos como el XII Simposio Internacional de Ingeniería Industrial, el Congreso Internacional Virtual de Ingeniería Industrial, y el Simposio de Ciencia, Tecnología y Sociedad, así como en ponencias sobre el Movimiento Maker como estrategia de competencias globales en conferencias internacionales en México y Colombia.

Además, los estudiantes estuvieron involucrados en diversas iniciativas académicas de divulgación y gestión del conocimiento. Participaron en el Congreso Internacional de Ingeniería Social, donde presentaron un proyecto sobre casas sostenibles para mascotas, y en el XV

Encuentro Internacional de Semilleros de Investigación, donde seis de diez proyectos fueron aceptados. También contribuyeron en la creación de un capítulo de libro con colaboración internacional y enviaron artículos científicos en conjunto con universidades de Venezuela y Colombia. Estos logros reflejan la activa participación de los estudiantes en el ámbito académico y su contribución a la generación de conocimiento innovador y sostenible.

El proyecto "Estrategia Transformadora en el Aprendizaje de Ingeniería Sostenible: experiencias basadas en el Design Thinking/Movimiento Maker" refleja una aproximación innovadora al aprendizaje de la ingeniería, centrado en la sostenibilidad y la creatividad colaborativa. Este enfoque, al integrar el Design Thinking con el Movimiento Maker, promueve una experiencia de aprendizaje activo que impulsa tanto la resolución de problemas reales como la construcción de prototipos tangibles. Comparado con otros estudios en el campo de la ingeniería sostenible, esta estrategia resalta por su capacidad para involucrar a los estudiantes de manera práctica y multidisciplinaria.

Conclusiones

Este proyecto representa un avance significativo en la forma en que se aborda la enseñanza de la ingeniería sostenible, destacándose por la integración del Design Thinking y el Movimiento Maker en el proceso educativo. A través de una metodología interactiva y colaborativa, los estudiantes no solo adquieren conocimientos técnicos, sino que también desarrollan una mentalidad crítica y sostenible, preparando a las nuevas generaciones para enfrentar los desafíos medioambientales y sociales de un mundo cada vez más complejo. La retroalimentación constante y la colaboración interdisciplinaria fueron factores determinantes en el éxito del proyecto, y su enfoque podría ser una referencia clave para futuras iniciativas educativas en ingeniería sostenible.

En conjunto, estos resultados demuestran que el Movimiento Maker es una estrategia efectiva para transformar el aprendizaje de ingeniería sostenible, al combinar innovación, creatividad y colaboración en la búsqueda de soluciones reales a los desafíos globales de sostenibilidad.

La implementación del Movimiento Maker combinado con la metodología de Design Thinking ha demostrado ser una estrategia efectiva para fomentar la innovación y el aprendizaje activo en la educación superior. Los estudiantes de ingeniería han logrado desarrollar soluciones creativas y sostenibles a problemáticas reales, tanto locales como globales, mostrando un aumento significativo en su compromiso y comprensión de conceptos de sostenibilidad y responsabilidad social.

A través del proceso de prototipado, los estudiantes han podido materializar sus ideas, facilitando la construcción de nuevo conocimiento. El uso de tecnologías 4.0 y 5.0 ha permitido iterar rápidamente y mejorar los diseños, promoviendo una cultura de innovación continua y adaptabilidad. La integración de la metodología por retos y proyectos en el proceso de enseñanza ha potenciado la capacidad de los estudiantes para aplicar conocimientos teóricos a situaciones prácticas. Herramientas tecnológicas como Microsoft Project han sido esenciales para la

organización y gestión eficiente de los proyectos, mejorando la planificación y seguimiento de los mismos.

Los proyectos desarrollados han tenido un fuerte enfoque social y sostenible, logrando un impacto positivo en comunidades locales y globales. La interacción directa con los usuarios finales durante el proceso de testeo ha asegurado que las soluciones sean relevantes y efectivas, mejorando la calidad de vida de las comunidades involucradas. La integración del Design Thinking y la metodología por retos y proyectos en el currículo de ingeniería no solo facilita el aprendizaje activo y práctico, sino que también promueve la construcción de nuevo conocimiento y el desarrollo de soluciones innovadoras con un fuerte enfoque social. Esta metodología prepara a los futuros ingenieros para enfrentar los desafíos del mundo real con creatividad, responsabilidad y un compromiso con la sostenibilidad y la mejora de la calidad de vida de los seres sintientes del planeta.

El movimiento MAKER, junto con eventos como las Hackathons y Maker Faires, se presenta como una alternativa educativa clave en el siglo XXI, ya que promueve un aprendizaje significativo, interdisciplinario y emancipador. Según Cobo (2017), los espacios creados para el trabajo experimental de los makers permiten a los creadores acceder a diversos tipos de conocimiento, lo que fomenta una educación plural y diversa. En estos espacios, los estudiantes no solo desarrollan habilidades técnicas y creativas, sino que también aprenden a ser agentes de cambio, involucrándose en la resolución de problemas sociales y empresariales. El movimiento, al ser acéfalo y basado en el diálogo, favorece la creación de comunidades colaborativas en las que todos los participantes son aprendices. Además, se alinea con la integración de competencias STEAM, impulsando una "mente abierta" que promueve la innovación y la creación de nuevas realidades para el bienestar colectivo. De esta manera, el movimiento MAKER y sus derivados son fundamentales en la construcción de una nueva universidad adaptada a las demandas del presente y futuro.

El Design Thinking, como metodología, ha sido ampliamente reconocido por su efectividad en la creación de soluciones centradas en el usuario. Según Brown (2009), el Design Thinking no solo promueve la empatía con el usuario, sino que también fomenta una mentalidad creativa e iterativa, lo cual es esencial cuando se abordan problemas complejos y multidimensionales, como los de la sostenibilidad. En este proyecto, la implementación del Design Thinking permitió que los estudiantes se adentraran en el proceso de creación de soluciones desde una perspectiva holística, reflexionando sobre los impactos sociales, económicos y medioambientales de sus diseños.

Por otro lado, el Movimiento Maker, que ha cobrado fuerza en los últimos años, alienta la fabricación y experimentación con herramientas accesibles, como las impresoras 3D, la electrónica y la programación. Esta tendencia se alinea con los estudios de Papert (1980) y de Kafai (2014), quienes han defendido que el aprendizaje activo a través de la creación de objetos tangibles puede ser más efectivo que los métodos tradicionales, especialmente en el contexto de la ingeniería. Al integrar este movimiento, el proyecto favoreció un aprendizaje experiencial que permitió a los estudiantes materializar sus ideas de manera rápida y tangible, facilitando una retroalimentación constante.

La sostenibilidad, como eje transversal de la propuesta educativa, también es un aspecto clave en la discusión de resultados. Según el informe de la UNESCO (2017), la educación para la sostenibilidad debe incluir tanto el aprendizaje teórico como la aplicación práctica de conceptos. Este proyecto se alinea con dicha recomendación al integrar el diseño sostenible en el proceso de prototipado y al desafiar a los estudiantes a abordar problemáticas ambientales a través de soluciones innovadoras. Comparado con otras experiencias educativas en ingeniería sostenible, este enfoque es particularmente destacable por su énfasis en la interdisciplinariedad y la cooperación entre diferentes actores (estudiantes, docentes, expertos y empresarios), lo cual fortalece la conexión entre el aprendizaje académico y las realidades del mercado y la industria.

En comparación con otros trabajos académicos que han implementado el Design Thinking en el ámbito educativo, el proyecto presenta una fuerte innovación al integrar el Movimiento Maker como una herramienta clave para el prototipado. Esto no solo ha permitido a los estudiantes visualizar y experimentar con sus ideas, sino que también les ha brindado las habilidades necesarias para llevarlas a la práctica. Según estudios recientes de Brenner et al. (2020), el uso de herramientas Maker en entornos educativos contribuye significativamente al desarrollo de habilidades técnicas, pero también promueve la creatividad, la resolución de problemas y el trabajo en equipo.

Recomendaciones y limitaciones

Se recomienda ampliar la implementación de metodologías activas en los programas de ingeniería, incorporando de manera sistemática el Movimiento Maker, el Design Thinking y las metodologías por proyectos y retos. Estas metodologías favorecen un aprendizaje práctico y multidisciplinar, lo que facilita a los estudiantes no solo la adquisición de conocimientos teóricos, sino también el desarrollo de habilidades clave para aplicar esos principios en la resolución de problemas reales. Al integrar estos enfoques en el currículo académico, se fomenta la innovación y la sostenibilidad, habilidades esenciales para enfrentar los retos globales actuales.

Es igualmente crucial fortalecer la formación en tecnologías emergentes dentro de los programas de ingeniería, con un enfoque más profundo en áreas como energías renovables, materiales reciclables y biotecnología. Esto permitirá preparar a los futuros profesionales en la gestión eficiente de recursos y la creación de soluciones sostenibles. Además, se debe incentivar el uso de herramientas digitales y plataformas tecnológicas que faciliten la creación y prototipado de proyectos innovadores. Al hacerlo, se proporcionará a los estudiantes una formación integral que les permita abordar los desafíos tecnológicos y medioambientales de manera efectiva.

Por otro lado, se sugiere promover el trabajo colaborativo y multidisciplinario como una forma de enriquecer la formación académica. Incentivar la colaboración entre estudiantes de diferentes disciplinas contribuirá a resolver de manera más integral los problemas relacionados con la sostenibilidad. Crear espacios de interacción y trabajo en equipo entre estudiantes de distintas áreas no solo potenciará la innovación, sino que también permitirá el desarrollo de soluciones más completas y efectivas para los desafíos sociales y medioambientales actuales.

Finalmente, se recomienda realizar una evaluación continua de las metodologías implementadas, especialmente en proyectos de investigación que utilicen el Movimiento Maker. Esta evaluación debe centrarse en medir su impacto en la motivación, el rendimiento académico y las competencias adquiridas por los estudiantes. Una retroalimentación constante permitirá ajustar las estrategias pedagógicas y mejorar la efectividad de estas metodologías, maximizando sus beneficios y garantizando una formación más adaptada a las necesidades y demandas del entorno profesional y global.

Una de las principales limitaciones para la implementación del Movimiento Maker y el uso de tecnologías emergentes en la educación superior es el acceso limitado a los recursos tecnológicos necesarios. Herramientas de prototipado, materiales reciclables y software especializado son fundamentales para llevar a cabo proyectos prácticos e innovadores. Sin embargo, en algunas instituciones, especialmente en contextos de bajos recursos, la falta de infraestructura adecuada puede restringir la participación plena de los estudiantes en estas iniciativas. Esto podría generar una brecha en las oportunidades educativas y dificultar que todos los estudiantes tengan acceso a experiencias de aprendizaje de alta calidad.

Otra limitación significativa es la resistencia al cambio que algunos docentes y estudiantes pueden experimentar al adaptarse a nuevas metodologías activas, como el Movimiento Maker. Muchas instituciones educativas aún se basan en enfoques tradicionales, centrados en la enseñanza teórica. Esta resistencia puede surgir debido a la falta de familiaridad con enfoques de enseñanza más dinámicos y prácticos. Adaptar tanto el currículo como la mentalidad docente a estas metodologías puede ser un proceso desafiante, especialmente cuando se requiere un cambio en la forma de enseñar y aprender que muchos no están acostumbrados a implementar.

Además, la integración completa de metodologías activas en los programas de ingeniería se ve limitada por la estructura rígida de los currículos académicos. Las instituciones a menudo enfrentan dificultades para modificar los programas tradicionales y adaptarlos a enfoques basados en proyectos y sostenibilidad, lo que puede requerir una reestructuración curricular significativa. Esta rigidez curricular es una barrera importante para la adopción generalizada de metodologías innovadoras, ya que la inclusión de estos enfoques prácticos a menudo entra en conflicto con los planes de estudio establecidos.

Finalmente, la falta de evaluación a largo plazo de los efectos del Movimiento Maker es otra limitación clave. Si bien los resultados a corto plazo muestran mejoras en la motivación y el rendimiento académico de los estudiantes, se necesita un seguimiento más extenso para evaluar el impacto sostenido de estas metodologías en la formación profesional. La ausencia de una evaluación continua a largo plazo dificulta la medición precisa de los beneficios a largo plazo y el ajuste adecuado de las estrategias pedagógicas. Sin un seguimiento adecuado, es difícil determinar si los cambios implementados tienen un impacto duradero en el desarrollo de las competencias de los estudiantes.

Agradecimientos

Agradezco profundamente a Dios por guiarme con sabiduría y fortaleza en cada paso de este camino. A mis padres, desde el cielo me apoyaron y por siempre creer en mí. A todos los

colaboradores e involucrados en este proyecto, los docentes de diferentes áreas, los estudiantes y principales actores, a los empresarios que aportaron su granito de arena, y principalmente a los beneficiarios, a todos por su dedicación y esfuerzo que han sido fundamentales para su éxito. Sin su apoyo, este logro no hubiera sido posible.

Conflicto de intereses

En el desarrollo de este proyecto, se declara que no existe ningún conflicto de intereses que pudiera influir de manera directa o indirecta en la objetividad, imparcialidad o resultados obtenidos. Todos los involucrados en el proceso de investigación y desarrollo han actuado de acuerdo con principios éticos, sin intereses personales, financieros o profesionales que pudieran comprometer la integridad del trabajo presentado.

Fuentes de financiamiento

La financiación fue propia de los autores de la investigación.

Referencias bibliográficas

- Aguirre-Villalobos, E. R., Guzmán, C., & González, L. (2023). Metodología Design Thinking en la enseñanza universitaria para el desarrollo y logros de aprendizaje en arquitectura. *Revista de Ciencias Sociales*, 29(2), 509-525. <https://doi.org/10.31876/rsc.v29i2.39992>
- Alcántara-Reyes, P. R., Calderón-Martínez, M. G., & López-González, C. (2024). Aplicación del Design Thinking en el emprendimiento. Diseño y mejora de alimentos bajo un enfoque sustentable. *Ciencias administrativas teoría y praxis*.
- Arrausi, J. J., & Martínez, J. R. (2018). Driving maps: El uso de mapas mentales para orientar el Aprendizaje Basado en Proyectos a través del Design thinking, 6(11), 25-31.
- Atoche, V. M. T., & Montalvo, J. P. S. (2020). Estrategias metodológicas utilizadas en Ingeniería: una revisión sistemática. *Educare et Comunicare Revista de investigación de la Facultad de Humanidades*, 8(2), 67-77.
- Berna Serna, D., Fidalgo Castro, A., Herrero Galiano, E. M., González Enríquez, I., García García, S., Pérez Pérez, M., ... & Tsyuhin, Y. (2024). Antropología para el cambio [Eco] Social. Proyecto de innovación docente de transversalización teórica-técnica sobre ecología y relaciones humano-ambientales.
- Brown, T. (2008). Design thinking. *Harvard Business Review*, 86(6), 84-92. <https://hbr.org/2008/06/design-thinking>
- Bathla, A., Chawla, G., Hofaidhllaoui, M. & Dabic, M. (2024). Exploring the dynamics of design thinking in management education and training: a critical review, taxonomic analysis and practical implications. *European Journal of Innovation Management*, 27(9), 337-359. <https://doi.org/10.1108/EJIM-12-2023-1108>
- Céspedes, J. J. B. (2022). Manual de estilo periodístico: aspectos relevantes del enfoque de Design Thinking. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*.
- Costa Montenegro, E., Díaz Otero, F., Caeiro Rodríguez, M., Cuiñas Gómez, I., Mariño Espiñeira, P., & Fernández Iglesias, M. (2016). Evaluación de la implantación de la metodología

- Design Thinking en una asignatura de proyectos. In In-Red 2016. II Congreso nacional de innovación educativa y docencia en red. Editorial Universitat Politècnica de València.
- Cuiñas, I., Mariño-Espiñeira, P., Fernández-Iglesias, M., Caeiro, M., Costa-Montenegro, E., & Díaz-Otero, F. (2016). Evaluación de competencias con metodologías de aprendizaje basado en proyectos. In In-Red 2016. II Congreso nacional de innovación educativa y docencia en red. Editorial Universitat Politècnica de València.
- Deng, Y. & Liu, W. (2024). Implementation and Impact of Design thinking in Higher Engineering Education: A Study of UK Practices.
- Del Real, M. F. (2023). Revisión sistemática: buenas prácticas haciendo uso del movimiento maker en Educación Secundaria.
- Dougherty, D. (2012). The maker movement. innovations: Technology, Governance, Globalization.
- Cobo, C. (2017). La innovación pendiente. Reflexiones (y provocaciones) sobre la educación, tecnología y conocimiento: Debate.
- Fanio-González, A. M., Jiménez-Martínez, C., & de la Torre-Cantero, J. (2024). Ilustrando la ética maker: proceso experimental colaborativo en una neoartesanía. *EME Experimental Illustration, Art & Design*, (12), 152–165. <https://doi.org/10.4995/eme.2024.21039>
- Flores, H. A., Guerrero, J. J., & Luna, L. G. (2019). Innovación educativa en el aula mediante Design Thinking y Game Thinking. Hamut ay.
- García Peralta, A. (2021). Design thinking en educación.
- Griffith, M. & Lechuga-Jiménez, C (2024). Design Thinking in Higher Education Case Studies: Disciplinary Contrasts between Cultural Heritage and Language and Technology. *Education Sciences*, 14(1), 90. <https://doi.org/10.3390/educsci14010090>
- Jiménez, Y., & Castillo, D. (2018, February). Educación de calidad mediante la estrategia Design Thinking. In Conference Proceedings EDUNOVATIC 2017: 2nd Virtual International Conference on Education, Innovation and ICT (p. 472). Adaya Press.
- Kelley, D., & Kelley, T. (2013). Creative confidence: Unleashing the creative potential within us all: Crown Pub.
- Latorre-Coscolluela, C., Vázquez-Toledo, S., Rodríguez-Martínez, A., & Liesa-Orús, M. (2020). Design Thinking: creatividad y pensamiento crítico en la universidad. *Revista electrónica de investigación educativa*
- Leinonen, T., & Gazulla, E. D. (2014). Design thinking and collaborative learning. *Comunicar. Media Education Research Journal*, 22(1).
- López Valerio, C. (2019). Modelo para fomentar el aprendizaje activo en las Plataformas LMS con base en Design Thinking y la Taxonomía de Bloom con un enfoque ágil.
- Llamas, B., Sánchez-Palencia, Y., Bolonio, D., García-Martínez, M. J., Barrio-Parra, F., Izquierdo-Díaz, M., & F Ortega, M. (2019). Proyecto MINENERGYDESIGN: modelo de aplicación de la metodología Design Thinking en el aprendizaje en la gestión de proyectos de ingeniería (No. COMPON-2019-CINAIC-0008).
- Neri Torres, J. C., & Hernández Herrera, C. A. (2019). Los jóvenes universitarios de ingeniería y su percepción sobre las competencias blandas. *RIDE. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 9(18), 768-791.
- Manifiesto Ágil (Beck et al., 2001)
- Martínez Villalobos, G., & Ruiz Rodríguez, D. (2022). Impacto del aula invertida con tecnologías emergentes en un curso del ciclo básico de ingeniería. *Revista mexicana de investigación educativa*, 27(94), 971-997.

- Martínez-Duque, D., Sánchez-Medina, I. I., Cabrera-Medina, J. M., & Clavijo-Bustos, N. (2021). Inclusión de ingeniería sostenible en el contexto regional. *Formación universitaria*, 14(5), 11-18
- Mollo, R. B. (2017). El movimiento maker, una manera innovadora de hacer educación.
- Mootee, I. (2014). *Design Thinking para la innovación estratégica*. Ediciones Urano.
- Moreira-Cedeño, J. A., Zambrano-Montes, L. C., & Rodríguez-Gámez, M. (2021). El modelo Design thinking como estrategia pedagógica en la enseñanza-aprendizaje en la educación superior. *Polo del conocimiento*, 6(3).
- Osis, V. F. C., Soto, D. Q., Huarca, A. C., & Suyo, J. C. (2022). Casos de Estudio de Design Thinking en las etapas de Análisis y Diseño del Desarrollo de Software. *Innovación y Software*, 3(1), 17-29.
- Pérez, J., Rodríguez, C., Rodríguez, M., & Villacreses, C. (2020). Espacios maker: herramienta motivacional para estudiantes de ingeniería eléctrica de la Universidad Técnica de Manabí, Ecuador. *Espacios*.
- Juan Poveda, C. G. (2020). Discusión sobre la robótica educativa y el movimiento maker en educación: perspectivas y retos.
- Rylander, A.; Navarro, U. & Amacker, A. (2022). Design thinking as sensemaking: Developing a pragmatist theory of practice to (re)introduce sensibility. *Journal of Product Innovation Management*, 39(1), 24-43. <https://doi.org/10.1111/jpim.12604>
- Rivera, F. C., Hermosilla, P., Delgadillo, J., & Echeverría, D. (2021). Propuesta de construcción de competencias de innovación en la formación de ingenieros en el contexto de la industria 4.0 y los objetivos de desarrollo sostenible (ODS). *Formación universitaria*.
- Sanabria Peña, O. H. (2018). Análisis de relaciones del movimiento Maker con la educación en tecnología. Una mirada al semillero “Robótica e Impresión 3D” de la ETITC.
- Serrano, M., & Blázquez, P. (2016). *Design thinking*. Pozuelo de Alarcón: ESIC.
- Semenov, A. (2017). Seymour Papert and Us. Constructionism as the educational philosophy of the 21st century. *Voprosy Obrazovaniya/Educational Studies Moscow*, (1), 269-294.
- Vera, Y. P., Valdivia, J. J. G., Quentasi, S. M. Z., Yana, D. M. C., & Apaza, R. E. C. (2020). Design thinking en la planificación de pruebas de software. *Innovación y Software*, 1(2), 40-51.