

Competencias de sostenibilidad en la educación de ingenierías

Sustainability competencies in engineering education

BUSTAMANTE, Víctor J.¹

Resumen

El sentido de la enseñanza de las competencias de sostenibilidad en las ingenierías se ubica en el progreso de la calidad educativa generadora del bienestar de todos. El estado del arte muestra variados enfoques metodológicos, desde los tradicionales hasta las investigaciones aplicadas. Se contribuye con herramientas para actualizar la educación en las ingenierías desde el aprendizaje de las competencias de sostenibilidad, requisito clave del perfil de los nuevos ingenieros caracterizados por sus saberes en materia de sostenibilidad.

Palabras clave: educación para la sostenibilidad, competencias de sostenibilidad, educación para la ingeniería sostenible

Abstract

The purpose of teaching sustainability competencies in engineering lies in advancing educational quality that fosters the well-being of all. The state of the art shows various methodological approaches, from traditional methods to applied research. It contributes tools to update engineering education through the learning of sustainability competencies, a key requirement in the profile of new engineers characterized by their knowledge in sustainability.

Key words: education for sustainability, sustainability competencies, education for sustainable engineering

1. Introducción

El crecimiento de la productividad y competitividad en las naciones está ligado al conocimiento de los principios de sostenibilidad en las ingenierías. Para lograrlo, es necesario actualizar los modelos educativos con la inclusión del aprendizaje de competencias en sostenibilidad, por tratarse de conocimientos, valores, actitudes, habilidades útiles para mejorar las condiciones de bienestar, progreso y calidad de vida para todas las poblaciones, sobre todo para aquellas más vulnerables por razones de crisis de recursos y medioambientales.

El reto de las ingenierías consiste en llevar a la práctica los Objetivos del Desarrollo Sostenible (DS) mediante acciones basadas en las competencias sostenibles que garanticen la satisfacción de las necesidades humanas y medioambientales, combatiendo la pobreza, fomentando un desarrollo seguro y sostenible, respondiendo a emergencias, reconstruyendo infraestructuras, cerrando brechas de conocimiento y promoviendo la colaboración entre diferentes culturas (Unesco, 2021). En los países donde las poblaciones enfrentan la pobreza,

¹ Universidad César Vallejo, Perú. vbustamante23@ucvvirtual.edu.pe

los problemas ambientales y de equidad para alcanzar los ODS, los ingenieros desempeñan un rol trascendental por sus conocimientos y competencias de cada especialidad accesible a la sostenibilidad (Sempértégui, 2022).

La sostenibilidad demanda la adaptación al constante cambio social, climático, económico, tecnológico, educativo, etc., surgiendo la necesidad para que los ingenieros aprendan competencias de sostenibilidad que contribuyan con su óptima adaptabilidad a las dinámicas de cambio. Para tal fin, la planificación de la educación en las ingenierías debe basarse en los principios de las culturas sostenibles (Martínez-Duque *et al.*, 2021). La enseñanza de estas competencias se distribuye en conocimientos, procedimientos y actitudes, observables, monitoreables y de mejora continua durante los procesos educativos dependiendo de su actualización para su valoración como competencias. Aprender y practicar estas competencias representa para los estudiantes de las ingenierías el sendero del empoderamiento como ciudadanos sostenibles y ser los pilares de la reconstrucción de las sociedades donde actúen y tomen decisiones autónomas basadas en el bienestar de todos (Jorge, 2020).

La integridad en los estudiantes de las ingenierías, se construye a partir de los valores de la sostenibilidad y se evidencia con su transformación significativa y progresiva en su sociedad donde se desarrolla el pensamiento crítico, la visión futurista de mejores estándares cualitativos de vida, la toma de decisiones colectivas con impactos positivos en los sistemas naturales, entre otras competencias propias de la renovación de los modelos y métodos pedagógicos alineadas con el desarrollo sostenible (Lara *et al.*, 2021).

La motivación por investigar sobre estas competencias en las ingenierías contribuye con la renovación de los paradigmas, prácticas, procesos, procedimientos y herramientas educativas basadas en los principios del desarrollo sostenible aplicables durante la vida académica de los estudiantes de ingeniería. El objetivo de esta investigación fue analizar el estado del arte del tema a través de investigaciones publicadas relacionadas con el segundo Informe de la Unesco sobre la Ingeniería para el desarrollo sostenible en el año 2021.

2. Metodología

El estado del arte de este estudio consistió en un enfoque de revisión bibliográfica acerca de las competencias de sostenibilidad contextualizadas en la educación superior, especialmente en las ingenierías. Con esta revisión bibliográfica se logró la familiarización con el tema identificando aspectos relevantes coyunturales, resumir diversas investigaciones y facilitó el pensamiento crítico de estudios afines (Guirao, 2015).

Los criterios de inclusión fueron: investigaciones científicas sobre el tema seleccionado conteniendo estrategias, metodologías, proyectos y otro tipo de iniciativas para la inclusión de las capacidades de sostenibilidad en las ingenierías, investigaciones publicadas desde el año 2019 hasta el 2024, investigaciones publicadas en revistas o repositorios de impacto elevado. Los criterios de exclusión fueron: documentos que no se relacionen con el tema, investigaciones que no aporten con la enseñanza de las competencias de sostenibilidad, investigaciones publicadas fuera del intervalo del tiempo, tesis de pregrado o maestría.

Los motores de búsqueda utilizados fueron: Elsevier, Google Scholar, Scielo, Redalyc, Scopus y Science Direct junto con las palabras de búsqueda en inglés y español: “competencias de sostenibilidad” “educación para la ingeniería sostenible” “educación para el desarrollo sostenible”. La hermenéutica utilizada sirvió para analizar y clasificar la información, con procedimientos descriptivos identificando tendencias considerando los criterios: países de publicación de los estudios, tipos de escritos, enfoque metodológico, técnicas e instrumentos.

En un principio, se recolectaron 40 investigaciones, posterior a la aplicación de los respectivos criterios, el uso de Zotero como gestor de referencias y la herramienta de inteligencia artificial Poe para analizar la información optimizando el tiempo de investigación, se conservaron 21 investigaciones.

3. Resultados y discusión

Este artículo se integra a la convocatoria realizada por Unesco en su segundo informe sobre desarrollo de competencias en sostenibilidad en ingeniería (2021), como esfuerzo global para abordar desigualdades humanas

específicas regionales y globales visibles en las necesidades humanas básicas relacionadas con la economía, el acceso inclusivo a los servicios de saneamiento, energía, infraestructura, desarrollo tecnológico, etc. Este informe resalta la escasez de ingenieros necesarios para implementar los ODS mediante el aprendizaje y práctica de las competencias en sostenibilidad. Por tal motivo en el cuadro 1, se presenta una relación de 21 investigaciones de autores de diversos países que permite el conocer sobre las propuestas de cambio de paradigmas educativos, estrategias, metodologías, contenidos temáticos, experiencias de campo, tendencias, entre otros hallazgos útiles para formar nuevos ingenieros con competencias en sostenibilidad en procura del bienestar de los sistemas naturales.

Cuadro 1
Resumen de propuestas de cambio de paradigmas

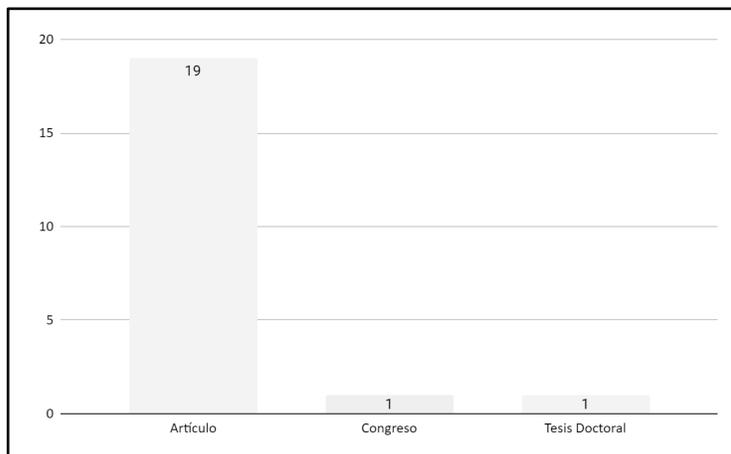
Autor	Tipo de Investigación	Objetivo	Principales hallazgos
Nuñez <i>et al.</i> , 2024 Ecuador	Artículo científico Revisión Sistemática Análisis documental	Conocer los resultados efectivos con respecto a la inclusión de la sostenibilidad de las estrategias empleadas en las Instituciones de Educación Superior (IES).	Estas estrategias son accesibles a los estudiantes de las IES por su aprendizaje continuo.
Beagon <i>et al.</i> , 2022 Francia	Artículo científico Enfoque mixto Encuesta Cuestionario Método Delphi	Contextualizar sobre una lista de competencias de DS mediante la recopilación de las opiniones de los estudiantes, los académicos y los empleadores de ingeniería.	Las competencias estratégicas, de pensamiento sistémico y normativas en ingeniería son sólidas. Pero, la competencia anticipatoria presenta un nivel incipiente para alcanzar el DS.
Ramírez <i>et al.</i> , 2024 Colombia	Artículo científico Enfoque mixto Encuesta cuestionario	Actualizar los estudios en la Ingeniería Industrial conforme a la priorización de las competencias vinculadas a esta carrera profesional.	La sostenibilidad industrial destaca entre 27 competencias en la dimensión de Saber Conocer porque las empresas enfrentan la presión de adoptar prácticas que minimicen su impacto ambiental. Esto hace que los conocimientos en sostenibilidad sean cada vez más relevantes para los ingenieros industriales.
Cordovilla y Naffakh, 2023 España	VII Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Cooperación (CINAIC 2023) Enfoque Mixto	Fomentar y fortalecer las habilidades de liderazgo, colaboración y sostenibilidad en los estudiantes de Ingeniería Industrial mediante una experiencia práctica en una asignatura.	La sostenibilidad, el liderazgo y el trabajo en equipo son globalmente necesarias por su diversidad profesional donde deben liderar y trabajar en equipo para desarrollar innovación en sostenibilidad.
Zavala <i>et al.</i> , 2024 Ecuador	Artículo científico Revisión sistemática Análisis Documental	Examinar y resaltar el rol fundamental de los ingenieros civiles en el progreso de la sostenibilidad.	La sólida integración de la sostenibilidad en la ingeniería civil demanda esfuerzo continuo en diversas áreas como la arquitectura sostenible, la gestión del medio ambiente, el desarrollo urbano sostenible, ciudades inteligentes, energías limpias y renovables, economía circular, entre otras.
Calvo <i>et al.</i> , 2022 España	Artículo científico Investigación acción Metodologías activas	Diseñar una experiencia docente centrada en la sostenibilidad en Ingeniería Electrónica, Industrial y Automática.	Los estudiantes adquieren una mayor comprensión de los ODS y su importancia en su formación profesional a partir del desempeño del docente caracterizado por sus metodologías activas, concienciación en los ODS, análisis multidisciplinares de problemas, mentores de proyectos.
Bermejo <i>et al.</i> , 2022 España	Artículo científico Revisión bibliográfica Cuestionarios Investigación acción	Integrar la Agenda 2030 y los ODS en dos asignaturas el currículo de Ingeniería Informática	La integración de los ODS en las asignaturas representa un cambio crucial en el currículo para el progreso de las competencias en sostenibilidad. Este cambio debe integrar los ODS con enfoques pedagógicos que

Autor	Tipo de Investigación	Objetivo	Principales hallazgos
			promuevan el aprendizaje práctico y la reflexión ética.
Olaskoaga-Larrauri <i>et al.</i> , 2022 España	Artículo científico Revisión bibliográfica Enfoque mixto Encuesta Entrevista	Identificar y examinar las carencias en la educación vinculada al DS en los programas de Ingeniería y Arquitectura en España.	No incluir contenidos específicos sobre sostenibilidad restringen la capacidad de los estudiantes para enfrentar retos ambientales y sociales. Por lo que se requiere un enfoque amplio que incluya la revisión del currículo, la capacitación docente y la colaboración activa con la comunidad. Los proyectos educativos deben ser interdisciplinarios que integren aspectos técnicos, sociales y ambientales para una visión holística del DS.
Mazur & Walczyna, 2022 Polonia	Artículo científico Enfoque mixto Cuestionario: conocimiento, acción, valores y ética, emociones y pensamiento sistémico.	Analizar el grado y las características de las competencias relacionadas con el DS entre alumnos de dos universidades en Lublin, Polonia.	Existen diferencias significativas en las competencias de conocimiento y acción, pero similares en las competencias de pensamiento sistémico, emociones y ética. Existe consenso entre diversos autores sobre la importancia de las competencias de pensamiento sistémico, emociones y ética por ser comunes en la educación para la sostenibilidad. Sin embargo, las competencias de conocimiento y acción varían según la universidad y su enfoque educativo en ingeniería.
Quelhas <i>et al.</i> , 2019 Brasil	Artículo científico Revisión bibliográfica Mixta Cuestionarios	Identificar las competencias en sostenibilidad que deben ser desarrollados en los cursos de ingeniería para contribuir a la resolución de conflictos medioambientales.	Las competencias en sostenibilidad identificadas son: pensamiento crítico, solución de problemas, trabajo en equipo, comunicación, ética y responsabilidad social, interdisciplinariedad, creatividad e innovación y adaptabilidad. Otros estudios complementan al pensamiento crítico, con los pensamientos holístico, sistémico y proactivo para prevenir problemas sociales. Sobre la interdisciplinariedad, otros estudios promueven el desarrollo de proyectos educativos que integren diversas disciplinas. Sobre la adaptabilidad, en otros estudios se promueve previamente la resiliencia.
Arango, 2021 Colombia	Artículo científico Enfoque mixto Entrevistas Observación sistemática	Identificar el modo en que las competencias de sostenibilidad puedan ser integradas en los programas académicos para preparar a los estudiantes frente a los retos de la sostenibilidad.	Las estrategias didácticas de la EDS fortalecen la formación para la sostenibilidad por su impacto positivo en los pensamientos creativo, productivo, divergente, convergente y sistémico desde los docentes hacia los estudiantes. Otros estudios considerados también promueven con sus aportes al desarrollo de las competencias mencionadas.
Renteria-Vera <i>et al.</i> , 2024 Colombia	Artículo científico Enfoque mixto Alcance descriptivo y de tipo experimental	Proponer el diseño e implementación de un modelo curricular que fortalezca las competencias de DS y ciudadanía global en estudiantes de educación superior.	Los estudiantes cuentan con capacidades de flexibilidad y adaptación a conocimientos de la comunicación intercultural junto con la autosuficiencia de asuntos globales.

Autor	Tipo de Investigación	Objetivo	Principales hallazgos
Guerrero, 2022 Colombia	Artículo científico Revisión sistémica	Proponer la ingeniería de transición en la inclusión de la sostenibilidad en la formación profesional de los ingenieros.	La formación profesional en ingeniería capaz superar los retos de la sostenibilidad se logra con la ingeniería de transición y el aprendizaje de sus competencias.
Valencia-Grijalva <i>et al.</i> , 2023 Perú	Artículo científico Enfoque mixto Diseño concurrente, Cuestionario en la fase cuantitativa y la entrevista en la fase cualitativa	Evaluar en los docentes de ingeniería su nivel de competencias profesionales identificando factores clave para su desarrollo en base a las opiniones de docentes, estudiantes, egresados e informantes importantes.	Los docentes obtuvieron alta calificación en más del 90% de las competencias, mientras que los estudiantes valoran positivamente sólo la competencia participativa y metodológica.
Alcibiades <i>et al.</i> , 2023 Perú	Artículo científico Revisión bibliográfica Técnica de análisis documental y revisión integrada	Analizar la integración en el currículo universitario de los ODS a partir del conocimiento científico en América Latina.	Incluir los ODS en el currículo universitario es clave para que los nuevos profesionales afronten los retos de la sostenibilidad con efectividad.
Acosta <i>et al.</i> , 2024 Ecuador	Artículo científico Enfoque mixto Encuesta	Integrar la sostenibilidad en los planes de estudio universitarios a partir de estrategias efectivas.	El desarrollo del pensamiento crítico y ético en los planes de estudio son la base de las decisiones informadas y responsables con la sostenibilidad.
Marco-Lajara <i>et al.</i> , 2022 España	Artículo científico Cuasi experimental Metodología Delphi. Encuesta Descriptivo Mixto	Examinar el modo en que las actividades educativas en una universidad fomentan el desarrollo de habilidades vinculadas al emprendimiento sostenible (ES)	Las actividades educativas impactan indirectamente en la adquisición de competencias para el Emprendimiento Sostenible por ser una mezcla de motivación, desarrollo de habilidades, interacción con otros, y la complejidad del proceso de aprendizaje con efectos observables a lo largo del tiempo y en contextos específicos.
Colón <i>et al.</i> , 2024 España	Tesis Doctoral Enfoque mixto Cuestionario Transversal	Analizar la relación de la sostenibilidad con las actitudes sociales, ambientales y económicas de los estudiantes de ingeniería.	Estas actitudes influyen significativamente en sus percepciones y la evolución de sus comportamientos hacia la sostenibilidad.
Fischer <i>et al.</i> , 2022 Alemania	Artículo científico Revisión sistemática	Determinar el potencial de innovación que ofrece “Teacher Education for Sustainable Development” en la formación docente	TESD es un campo en crecimiento conformado por 05 tipos de investigación: entornos de aprendizaje, atributos de los estudiantes, resultados de aprendizaje, cambio de sistemas y visiones para el campo.
Redman <i>et al.</i> , 2020 Alemania	Artículo científico Revisión sistemática	Examinar el aporte de las herramientas empleadas para evaluar el progreso de las competencias del desarrollo sostenibles en los estudiantes.	Se necesitan herramientas de evaluación robustas para el apoyo de los investigadores en educación sostenible con proyección, inclusión y coordinación.
Hernández-Padilla <i>et al.</i> , 2023 México	Artículo científico Revisión bibliográfica Encuestas Mixto Investigación acción	Desarrollar un enfoque metodológico que combine las estrategias de enseñanza de las asignaturas de Ingeniería Industrial de una universidad con los ODS.	El 92% de los docentes encuestados mostró interés en participar en un taller sobre estrategias didácticas vinculadas con los ODS.

Del total de 21 investigaciones revisadas, se estratifica con 19 artículos científicos indexados en revistas científicas reconocidas, un resumen de un congreso y una Tesis Doctoral (Fig. 1)

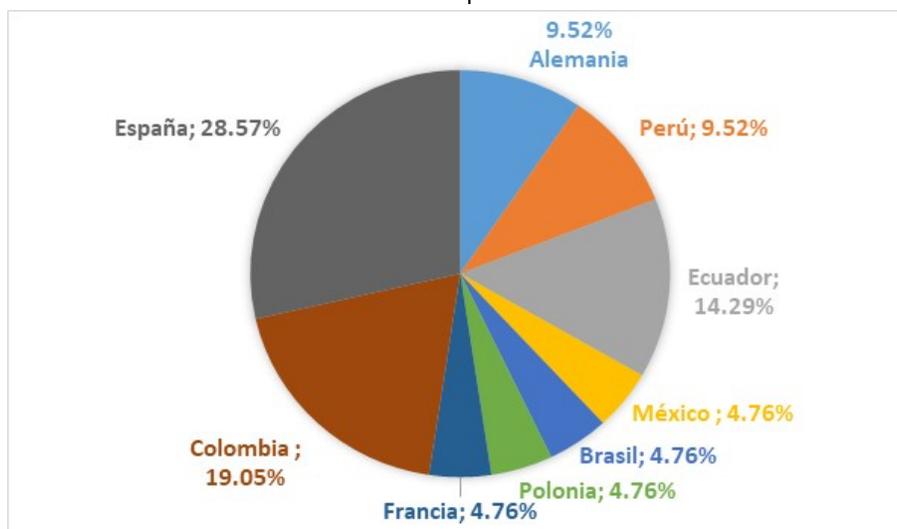
Figura 1
Tipos de publicaciones encontradas



De los tres tipos de estudios considerados, resalta la tesis doctoral por tratarse de una investigación ejecutada en una universidad de República Dominicana, un país en desarrollo, donde se requiere con más urgencia y éxito cambios significativos en la educación de ingeniería alineados con los ODS. Además, esta investigación ofrece un modelo de referencia para evaluar las actitudes basadas en la sostenibilidad en los estudiantes que junto con los pensamientos, valores y comportamientos en los futuros ingenieros contribuyen activamente al desarrollo de sus competencias en sostenibilidad. Por otro lado, la consideración del VII Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Cooperación 2023 es crucial para avanzar en el desarrollo de competencias en sostenibilidad en la educación. Al promover el diálogo, la innovación y la colaboración, este evento contribuye a formar profesionales más preparados para alcanzar logros de bienestar y calidad de vida sostenible.

Después de la revisión de 21 estudios analizados sobre las competencias en sostenibilidad se observa que el 28.57% pertenece a España, seguido por un 19.05% de Colombia, Ecuador con 14.29%, el 9.52% corresponde a los estudios en Perú y Alemania y el 4.76% a México, Brasil, Polonia y Francia (Fig. 2).

Figura 2
Países con estudios sobre competencias en sostenibilidad

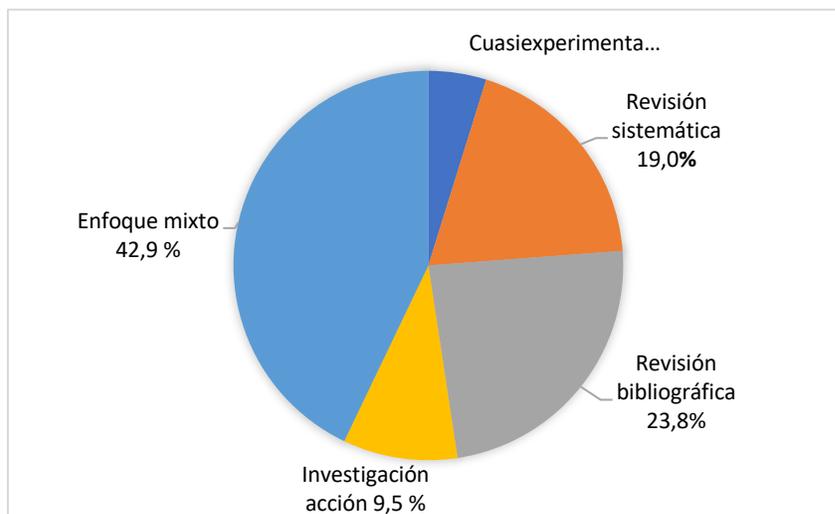


Del total, el 47.62% tienen procedencia de 04 países europeos, mientras que el 52.381% provienen de 05 países latino americanos. Sin embargo, Europa tiene ventaja en términos de publicaciones científicas sobre el tema en mención, gracias a su infraestructura de investigación más desarrollada y un enfoque más consolidado en la

sostenibilidad. Latinoamérica está en un proceso de crecimiento enfrentando desafíos que limitan su producción académica que generen mayor conocimiento del tema principal de este artículo.

Con respecto a los enfoques de investigación utilizados en la bibliografía consultada se observa que el enfoque mixto representa el 42,9%, la revisión bibliográfica el 23,8%, la revisión sistemática el 19%, la investigación en acción el 9,5% y el enfoque cuasi experimental representa el 4,8% (Fig. 3).

Figura 3
Enfoques utilizados en los estudios



El enfoque mixto con un 42.9% de representatividad, destaca como una opción robusta para promover el aprendizaje de competencias en sostenibilidad, porque permite obtener una visión integral combinando diferentes perspectivas, rigidez cuantitativa y análisis cualitativo.

Según el informe de la Unesco (2021) las competencias en sostenibilidad que deben ser desarrolladas en la educación de ingenierías son: pensamiento crítico, resolución de problemas, cooperación y trabajo en equipo, conocimiento y comprensión de conceptos, principios y prácticas de sostenibilidad, responsabilidad y ética, comunicación, adaptabilidad y flexibilidad, siendo estas competencias son consideradas por varios autores. El aprendizaje de las competencias en sostenibilidad inicia con la inclusión de los ODS en los currículos para formar profesionales con competencias que superen los retos del desarrollo sostenible en beneficio propio y de la sociedad donde se integren (Alcibiades *et al.*, 2023).

Con respecto a las competencias complementarias a las propuestas por la Unesco (2021), Beagon *et al.*, (2022) suman las competencias del pensamiento sistémico y normativo. Cordovilla y Naffakh (2023) complementan a la competencia de cooperación y trabajo en equipo con la competencia de liderazgo. Quelhas *et al.*, (2019) adicionan la ética profesional, la creatividad e innovación, el pensamiento holístico, la interdisciplinariedad como competencias en sostenibilidad. Para Acosta *et al.*, (2024) el pensamiento ético se integra con el pensamiento crítico para fortalecer el emprendimiento sostenible y para Colón *et al.*, (2024) las percepciones, las actitudes y los valores marcan el comportamiento positivo de los ingenieros con respecto a la sostenibilidad.

Sobre competencias en sostenibilidad postuladas en la celebración del VII Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Cooperación (CINAIC 2023) en Ecuador, donde se reconoce que los nuevos ingenieros industriales requieren de competencias del liderazgo y sostenibilidad, tales como: conciencia ambiental, liderazgo y trabajo en equipo en sostenibilidad, ecodiseño, innovación tecnológica y evaluación de impacto.

La selección y estructuración de las competencias idóneas depende de cada contexto de aprendizaje caracterizado por sus propios retos sobre la sostenibilidad. Ramírez *et al.*, (2024) sostienen que, según los

resultados de su estudio, conformados por empleadores, docentes, egresados y estudiantes, se identificaron relativamente 27 competencias estructuradas en los Saberes: Conocer, Hacer y Ser. Estas competencias se relacionan con los conocimientos de Calidad, Operaciones industriales, Procesos productivos, Sostenibilidad industrial y Tecnología e innovación educativa.

Después de la selección de las competencias idóneas en sostenibilidad, será necesario encontrar las metodologías más efectivas para lograr el aprendizaje significativo de estas competencias. Nuñez *et al.*, (2024) sostienen que las estrategias didácticas deben estar enfocadas en la transformación de los docentes y estudiantes, siendo necesario el aprendizaje experimental a base del desarrollo de proyectos y actividades sobre sostenibilidad que contribuyan con la aplicación de conocimientos teóricos a la práctica por parte de los estudiantes; y la creación de equipos multidisciplinarios. Arango (2021) sostiene que las estrategias didácticas deben fortalecer las competencias relacionadas con los pensamientos: creativo, productivo, divergente, convergente y sistémico en los estudiantes, a través del empoderamiento con un sentido desde el docente hacia los estudiantes.

Los docentes en su rol de transformadores de la enseñanza en base a las competencias en sostenibilidad son la clave para el éxito de las estrategias didácticas. Al respecto, Hernández-Padilla *et al.*, (2023) sostienen que los talleres didácticos dirigidos a los docentes fortalecen el rol de los mismos como facilitadores, motivadores y adaptadores del contenido, contribuyendo a formar profesionales capaces de abordar los desafíos de la sostenibilidad. Por su parte, Valencia *et al.*, (2023) proponen los cursos, talleres y seminarios sobre prácticas sostenibles y su integración en el currículo educativo fomenta la integración del docente con otras disciplinas mediante las redes sociales y uso de tecnologías que intercambien información con una visión multidisciplinaria cuyos impactos positivos se reflejarán en las nuevas metodologías de enseñanza activa donde los estudiantes se sientan muy motivados para desarrollar proyectos sostenibles, promoviendo el aprendizaje práctico y la conciencia social.

Las nuevas capacidades de los docentes en sostenibilidad enriquecerán las metodologías innovadoras de acuerdo a cada ingeniería. Zavala *et al.*, (2024) afirman que los ingenieros civiles en su formación requieren de la incorporación de aspectos ambientales, sociales y económicos a través de las metodologías de proyectos donde se incluya principios de sostenibilidad en cada etapa, con la intención de consolidar la relación del hombre con su infraestructura sostenible. Calvo *et al.* (2024) consideran que la inclusión de la sostenibilidad en los estudios de ingeniería se enriquece con metodologías activas en proyectos porque fomentan la participación interactiva y el compromiso de los estudiantes integrados en variadas asignaturas transversales, representando un sendero confiable para el aprendizaje de la sostenibilidad. Por su parte, Bermejo *et al.*, (2022) piensan que las asignaturas de proyectos, en la carrera de Ingeniería Informática, requieren de la inclusión de los ODS para que en sus estudiantes se promueva una comprensión de cómo las decisiones en sus proyectos informáticos impactan la sostenibilidad social y ambiental generando de este modo conciencia crítica sobre sus competencias en sostenibilidad.

Finalmente, sobre las herramientas útiles para promover el desarrollo de las competencias en sostenibilidad, se considera a Guerrero (2022) quién propone la ingeniería de transición por su fortaleza para construir en los futuros ingenieros herramientas útiles para promover un desarrollo sostenible con la garantía de respuesta a las necesidades del mundo actual desde un enfoque integrador de conceptos, procedimientos y actitudes del perfil profesional del ingeniero, preparándolo para enfrentar los desafíos contemporáneos de la sostenibilidad de acuerdo a sus fortalezas adquiridas en cada estudio de las ingenierías.

4. Conclusiones

Durante la década del año 2000 al 2009 las publicaciones sobre sostenibilidad en la educación de las ingenierías comenzaron a surgir pero eran relativamente limitadas considerándose a la sostenibilidad como un concepto emergente. En un principio, las investigaciones incorporaban los temas de sostenibilidad en las asignaturas de ingeniería, con un enfoque de concienciación sobre el medio ambiente y la necesidad de integrar conceptos

sostenibles en la formación. Sin embargo, desde el año 2010 hasta la actualidad se ha observado un aumento considerable en la cantidad de publicaciones como resultado de una mayor conciencia sobre la sostenibilidad y su importancia en la educación superior, impulsada por iniciativas globales como la Agenda 2030 de la ONU. Las investigaciones han comenzado a abarcar una gama más amplia de temas, incluyendo metodologías de enseñanza, desarrollo de competencias específicas, evaluación de programas educativos y estudios de caso sobre la implementación de la sostenibilidad en las ingenierías. Además, se nota un crecimiento en la colaboración entre disciplinas, lo que ha enriquecido las investigaciones y ha llevado a la creación de programas educativos más integrados hacia la educación de las competencias en sostenibilidad en la ingeniería.

Resulta indispensable un cambio de paradigmas educativos en las ingenierías mediante el aprendizaje de las competencias en sostenibilidad existiendo consenso con respecto a: competencias evolutivas de los pensamientos, cooperación, integración interdisciplinaria, trabajo en equipo, gestión y solución de problemas, liderazgo, comunicación efectiva, adaptabilidad y flexibilidad. Las primeras competencias en sostenibilidad deben ser aquellas con incidencia directa en la motivación intrínseca hacia la sostenibilidad, y junto con la ética profesional, actitud y valores transformarán los principios y comportamientos de los nuevos ingenieros hacia un modelo de ciudadanía sostenible que construya progreso y bienestar de vida.

La transformación del rol de los docentes resulta crucial para la aplicación de conceptos, principios, procedimientos basados en metodologías sostenibles. Por tal motivo, los directivos académicos, asumen un rol fundamental para empoderar a sus docentes. Además, la evaluación y retroalimentación sobre el desempeño docente en la enseñanza de la sostenibilidad debe ser coherente con la actualización de la infraestructura educativa construyendo los pilares de los ODS en la educación de las ingenierías.

Los talleres didácticos basados en los ODS promueven las capacidades de los docentes para enseñar estas competencias con efectividad notoria en las actitudes, valores, y comportamientos. Para tal fin, corresponde minimizar la resistencia al cambio y la persistencia de continuar con currículos obsoletos conviviendo con recursos limitados para implementar nuevos programas educativos que incluyan la sostenibilidad, enfoques educativos centrados en teorías y conocimientos técnicos puros, métodos de evaluación desfasados con respecto a las exigencias empresariales e industriales de la sostenibilidad desarticulando la oferta universitaria y las demandas del mercado laboral (Arango, 2021).

El aprendizaje de metodologías activas en talleres didácticos motiva la participación de docentes y estudiantes en proyectos colaborativos donde se propongan soluciones a problemas reales de sostenibilidad, presenta una tendencia creciente y se pueden desarrollar en diversas asignaturas, talleres u otras experiencias curriculares.

Referencias bibliográficas

- Acosta Carrasco, M. R., Vizcaíno Zúñiga, P. I., Torres Barzola, G. A., Veintimilla Amay, L. E., & Maldonado Palacios, I. A. (2024). Integración de la sostenibilidad en los planes de estudio universitario. *Revista InveCom / ISSN En línea: 2739-0063*, 5(1), 1–13. <https://doi.org/10.5281/zenodo.12637783>
- Alcibiades, S. M., Roberto, I. E. J., & Verónica, R. F. E. (2023). *Los objetivos del desarrollo sostenible y su inclusión al currículo universitario: una revisión de literatura*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/113023>
- Arango Ruiz, S. A. (2021). Educar para la Sostenibilidad: Una Propuesta Didáctica para el Fortalecimiento de Competencias. *Revista Arista-Crítica*, 1(1), 192–209. <https://doi.org/10.18041/2745-1453/rac.2021.v1n1.7542>
- Beagon, U., Kövesi, K., Tabas, B., Nørgaard, B., Lehtinen, R., Bowe, B., ... Spliid, C. M. (2022). Preparing engineering students for the challenges of the SDGs: what competences are required? *European Journal of Engineering Education*, 48(1), 1–23. <https://doi.org/10.1080/03043797.2022.2033955>

- Bermejo, M., Azanza, M., Blanco, J. M., Usandizaga, I., & Jaime, A. (2022b). *Incorporando los Objetivos de Desarrollo Sostenible en el Grado de Ingeniería Informática a través de asignaturas de Dirección de Proyectos*. <http://hdl.handle.net/10045/128923>
- Calvo, I., Gil-García J.M., Carrascal, E., Armentia, A., Barambones, O., Basogain, X., González, J.M., Rico, T., Escudero, C., Tazo, I., Mesanza, A., García-Adeva, A.J., Apiñaniz, E. (2022) Introduciendo sostenibilidad y multidisciplinaridad en los grados de ingeniería. XLIII Jornadas de Automática: libro de actas, pp.262-269 <https://doi.org/10.17979/spudc.9788497498418.0262>
- Colón, F. (2024). *Percepción de los estudiantes de ingeniería sobre el desarrollo sostenible. Un análisis desde las dimensiones económicas, sociales y ambientales en un país en desarrollo*. Universidad de Córdoba. <https://helvia.uco.es/handle/10396/27727>
- Cordovilla, F., & Naffakh, M. (2023). *Formación en competencias de Liderazgo en el ámbito de la Sostenibilidad para los estudiantes de Ingeniería Industrial* (No. COMPON-2023-CINAIC-0032). Universidad de Zaragoza, Servicio de Publicaciones. *Docentes 2.0*, 8(1), 53-59,
- Fischer, D., King, J., Rieckmann, M., Barth, M., Büssing, A., Hemmer, I., & Lindau-Bank, D. (2022). Teacher Education for Sustainable Development: A Review of an Emerging Research Field. *Journal of Teacher Education*, 73(5), 509-524. <https://doi.org/10.1177/00224871221105784>
- Guerrero Useda, M. E. (2022). A transitar hacia una ingeniería sostenible. *Revista Educación En Ingeniería*, 17(34), 1–2. <https://doi.org/10.26507/rei.v17n34.1239>
- Guirao Goris, Silamani J. Adolf. (2015). Utilidad y tipos de revisión de literatura. *Ene*, 9(2). <https://dx.doi.org/10.4321/S1988-348X2015000200002>
- Hernández-Padilla, F., Borja, V., & Ávila-Cedillo, J. (2023). Desarrollo de una metodología para la vinculación de las asignaturas de Ingeniería Industrial con la Agenda 2030. *Revista Electrónica Sobre Cuerpos Académicos y Grupos de Investigación*, 10(19). <https://www.cagi.org.mx/index.php/CAGI/article/view/293>
- Jorge, Z. (2020). Competencias para el desarrollo sostenible ante la crisis planetaria. *Revista Tecnológica-Educativa Docentes 2.0*, 8(1), 53-59, <https://ojs.docentes20.com/index.php/revista-docentes20/article/view/104>
- Lara Díaz, Lidia Mercedes, Pérez Padrón, María Caridad, & Martínez Casanova, Lourdes María. (2021). La investigación educativa y su posible contribución al desarrollo sostenible de la universidad, desde la teoría. *Revista Universidad y Sociedad*, 13(6), 205-219. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202021000600205&lng=es&tlng=es.
- Marco Lajara, Bartolomé, et al. "Contribución de la docencia universitaria al desarrollo de competencias para el emprendimiento sostenible". En: Satorre Cuerda, Rosana (coord.). *Redes de Investigación e Innovación en Docencia Universitaria*.
- Martinez-Duque, Dennis, Sánchez-Medina, Irlés I., Cabrera-Medina, Jaime M., & Clavijo-Bustos, Nelly. (2021). Inclusión de ingeniería sostenible en el contexto regional. *Formación universitaria*, 14(5), 11-18. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062021000500011>
- Mazur, B., & Walczyna, A. (2022). Sustainable Development Competences of Engineering Students in Light of the Industry 5.0 Concept. *Sustainability*, 14(12), 7233. <https://doi.org/10.3390/su14127233>
- Núñez Michuy, C. M., Robalino Laje, L. E., Toledo Dias, D. G., & Saltos Paredes, K. C. (2024). Integración de estrategias sobre la sostenibilidad en la Educación Superior. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10615635>

- Olaskoaga-Larrauri, J., GuerenabarrenaCortazar, L., & Cilleruelo-Carrasc, E. (2022). Las brechas en la educación para el desarrollo sostenible en los estudios de ingeniería y arquitectura en España. <https://revista-dyna.com/index.php/DYNA/article/view/487>
- Quelhas, O. L. G., Lima, G. B. A., Ludolf, N. V., Meiriño, M. J., Abreu, C., Anholon, R., Neto, J. V., & Rodrigues, L. S. G. (2019). Engineering education and the development of competencies for sustainability. *International Journal Of Sustainability In Higher Education*, 20(4), 614-629. <https://doi.org/10.1108/ijshe-07-2018-0125>
- Ramírez Mora, H. J. R., Rojas, R. A., & Navarro, E. B. (2024). Diagnóstico de Competencias Requeridas para el Ingeniero Industrial, de Acuerdo con las Expectativas de los Empleadores y del Entorno en el 2021-2022. *Sapiencia Revista Científica y Académica*, 3(2), 199-231. <https://doi.org/10.61598/s.r.c.a.v3i2.65>
- Redman, A., Wiek, A., & Barth, M. (2020). Current practice of assessing students' sustainability competencies: a review of tools. *Sustainability Science*, 16(1), 117-135. <https://doi.org/10.1007/s11625-020-00855-1>
- Renteria-Vera, J. A., Vélez-Castañeda, C. K., Rodríguez-Caro, Y. J., & Peresin, M. S. (2024). Diseño curricular para el desarrollo sostenible y la ciudadanía global: intervención pedagógica en educación superior*. <https://www.redalyc.org/journal/2654/265478502002/>
- Sempértegui, B. (2022, 31 mayo). *Los ingenieros, los profesionales del desarrollo sostenible*. Conexión PUCE. <https://conexion.puce.edu.ec/los-ingenieros-los-profesionales-del-desarrollo-sostenible/>
- UNESCO. (2021). Ingeniería para el desarrollo sostenible (Informe). https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000375634_spa/PDF/375634spa.pdf.multi
- Valencia-Grijalva, Julia, & Deroncele-Acosta, Angel. (2023). Competencias profesionales del docente de ingeniería. *Conrado*, 19(90), 41-56. Epub 27 de febrero de 2023. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1990-86442023000100041&lng=es&tlng=es.
- Zavala Vásquez, C. J., Lino Calle, V., Cordero Garcés, M. O., & Sornoza Parrales, D. . (2024). El rol de la ingeniería civil en el desarrollo sostenible: tendencias y desafíos. *Revista Alcance*, 7(1). <https://doi.org/10.47230/ra.v7i1.57>



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons
Atribución-NoComercial 4.0 Internacional