Inclusión de ingeniería sostenible en el contexto regional

Dennis Martinez Duque, Irlesa I. Sánchez-Medina*, Jaime M. Cabrera-Medina y Nelly Clavijo -Bustos

Facultad de Ingeniería, Universidad Cooperativa de Colombia, Neiva-Huila, Colombia

(correo-e: dennis.martinez@campusucc.edu.co; irlesa.sanchez@campusucc.edu.co, jaime.cabrera@campusucc.edu.co; nelly.clavijo@campusucc.edu.co).

* Autor a quien debe ser dirigida la correspondencia.

Recibido Dic. 24, 2020; Aceptado Feb. 24, 2021; Versión final Abr. 30, 2021, Publicado Oct. 2021

Resumen

El objetivo de esta investigación es verificar el modelo apropiado para el desarrollo del currículo por competencias en un ingeniero de sistemas sostenible. El proceso de investigación es de tipo mixto. Se realiza un diagnóstico de las competencias genéricas y específicas en estudiantes del programa de ingeniería de sistemas (2018 y 2019). Se verifica el currículo existente desde los componentes formativo, pedagógico, de interacción y evaluativo, confirmando el modelo CDIO (Concebir-Diseñar-Implementar y Operar) para que estudiantes desde sus proyectos desarrollen el concebir, diseñar, implementar y operar. También se analizan investigaciones internacionales que involucran metodologías, modelos, estrategia y acciones para desarrollar competencia en un ingeniero sostenible. Como conclusión, el modelo educativo crítico con enfoque de competencias se ajusta en la formación de un ingeniero sostenible al permitir que el estudiante desarrolle las competencias ingenieriles, apoyadas con el modelo CDIO que consolida las competencias genéricas y específicas adquiridas, adicionando componentes de sostenibilidad y de calidad humana del contexto.

Palabras clave: ingeniero sostenible; competencia; Saber Pro; CDIO; ODS

Inclusion of sustainable engineering in the regional context

Abstract

This research study aims to corroborate the appropriate model for developing a competency curriculum for sustainable systems engineering. The research process is mixed-type. Generic and specific competences are assessed for students enrolled in an engineering degree program (2018 and 2019). The curriculum is verified from the formative, pedagogical, interaction, and evaluative components. This confirms selecting the CDIO (Conceive-Design-Implement, and Operate) model for students to develop from their projects: to conceive, to design, to implement, and to operate. International research involving methodologies, models, strategy, and actions to develop competence in sustainable engineers are also analyzed. In conclusion, the critical educational model, with a competence approach, is adjusted in sustainable engineer training by allowing students to develop engineering skills supported by the CDIO model, which consolidates the generic and specific skills acquired and adds sustainability and human quality components from a given context.

Keywords: sustainable engineer; competition; Saber Pro; CDIO; ODS

INTRODUCCIÓN

Los ingenieros deben estar preparados para las dinámicas de cambios, que busquen opciones de enseñanza, con experiencias para demostrar en organizaciones respondiendo a necesidades inmediatas que demanden disponibilidad de nuevas tecnologías convergentes en un contexto económico. El realizar esfuerzos permanentes en la planeación de la educación en ingeniería, permite una adaptación a los cambios ya sea económicos y sociales, dentro de una cultura organizacional, con un marco metodológico, para el desarrollo de acciones encaminadas al proceso de cualificación, especialización o adquirir experticia para la demandad del futuro con dinámicas de cambios globales. La educación superior en Colombia debe estar encaminada a procesos de inclusión para involucrar a sus futuros profesionales de ingeniería, en diferentes contextos que necesiten el conocimiento especializado y puedan asumir el rol de ingeniero de inclusión, compartiendo sus habilidades y destrezas en las comunidades con alternativas de solución, prospectiva y buena práctica que beneficie a una comunidad.

Desde la inclusión un grupo de ingenieros impacta una cultura organizacional, con valores, creencias, principios, procedimientos y conductas con la capacidad de diseñar e implementar sistemas, garantizando uso, practica de seguridad, sostenibilidad y sustentabilidad de las acciones desarrolladas. El aspecto relevante para trabajar en los ingenieros del futuro desde las habilidades blandas está relacionado con un buen comportamiento humano, normas de ética y autonomía moral, para el buen desarrollo de la creatividad, el liderazgo y habilidad gerencial. Como ciudadanos del mundo el ingeniero desarrolla atributos técnicos, tecnológicos y especializados recordando que el mercado laboral espera ingenieros que demuestren el manejo de las habilidades blandas. El ingeniero de hoy y del futuro será un creador de proyectos con desarrollo de productos tecnológicos sostenibles y sustentables que generen utilidades con satisfacción a sus clientes (Vega, 2013).

Es preocupante como el informe de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) del 2019 presentado por la Naciones Unidas, da a conocer un panorama alarmante, donde el medio ambiente se está deteriorando a un ritmo acelerado, sube el nivel del mar, los océanos presentan acidificación, el suelo se degrada de forma descontrolada, el calor es inevitable y un sin número de especies de planta y animales presentan peligro de extinción. Es conveniente crear conciencia en todos los contextos, para generar oportunidades que garanticen respuesta a las dificultades que hoy se están presentando, es aquí donde los ingenieros pueden contribuir en esa transformación social y económica necesaria para lograr el fortalecimiento de los ODS con esfuerzos comunes apoyados en organismos o cooperaciones nacionales e internacionales para prevenir posibles crisis (Zhenmin, 2019).

El ingeniero de sistemas sostenible, podrá contribuir con soluciones inteligentes pensadas en el bienestar de la humanidad, encontrando los siguiente ODS demandados a nivel mundial como lo son: Agua limpia y saneamiento (ODS 6), Energía asequible y no contaminante (ODS 7), Trabajo decente y crecimiento económico (ODS 8 y 9), Ciudades y comunidades sostenibles (ODS 11), Producción y consumo responsable (ODS 12), recordando que son 17 pero los mencionados son los representativos para el profesional de ingeniería de sistemas. Es así como la sostenibilidad se convierte en un concepto de compromiso por parte de todos los habitantes del planeta; siendo un llamado a un futuro igualitario y mejor, retomando que desde las Naciones Unidas se promueve alternativas de soluciones a problemas existentes como producto de la industria y crecimiento desmesurado de la población en el mundo. El propósito del ingeniero de inclusión es garantizar sostenibilidad con acciones apropiadas frente a la naturaleza y el medio ambiente, para la protección y uso racional de los recursos que se requieran desde la profesión, controlando la cantidad de recursos consumidos, aportando al beneficio de generaciones futuras.

La sostenibilidad entonces garantiza cohesión entre contextos y culturas, logrando una mejor calidad de vida con riqueza equitativa al ser amigables con el medio ambiente (Rodríguez y Fernández, 2010). Como parte de las tendencias necesarias para un ingeniero de sistemas sostenible, se encuentra el Big data como desafío importante en tecnología, privacidad y protección de los datos desde la perspectiva del derecho del consumidor y defensa de la libre competencia (Labbé, 2020); de igual forma, en la industria 4.0 como iniciativa para fortalecer la competitividad del sector manufacturero, mediante la convergencia entre producción industrial y tecnologías de la información y la comunicación, utilizando tecnologías como internet de las cosas (IoT), automatización industrial, sistemas cibernéticos, conectividad e información, ciberseguridad, gestión del ciclo de vida del producto, robótica inteligente entre otros (Garcés y Peñab, 2020).

También la economía de plataforma que ofrece un lugar virtual para el encuentro tecnológico con grupos de personas que necesitan de los desarrolladores de aplicaciones y usuarios finales, estos promueven actividades en centros comerciales en línea de productos y servicios; donde la “plataformización” de la economía permiten empresas con redes ágiles, con tendencias a ingresar o salir de los mercados, nacional e internacional, con la posibilidad de afectar el ambiente de los negocios y la dinámica de los mercados futuros (Degryse, 2019). Según Asiimwe y De Kock (2019) existe una brecha para un análisis en los campos de la sostenibilidad con actividades socio-técnicas que promueva la Industria 4.0, porque existe un gran potencial en las superposiciones dentro de la investigación sobre estos conceptos que los hace relevantes.

Para el caso de Perpignan et al. (2020), los estudiantes de ingeniería en Francia sienten una falta en temas de sostenibilidad en su plan de estudios. La academia debe ser consciente que las empresas evolucionan en su

estrategia industrial integrando perspectivas y criterios ambientales, económicos y sociales en su proceso de desarrollo de productos y servicio. Por este motivo se necesitan jóvenes técnicos e ingenieros con habilidades de ecodiseño y competencias transversales, a su vez asociado al enfoque de desarrollo sostenible en ingeniería, con una mejor visión de su progreso como futuro profesional. Según Baoucha et al.(2014), existen en el mundo regulaciones ambientales y la presión pública, para que las empresas adopten un enfoque de ecodiseño, es necesario que se identifique integración del ecodiseño en la proceso de desarrollo de productos manufacturados a partir de perspectiva del conocimiento y funcionalidades, para que ingenieros en el área de informática y afines logren integrar plataformas tecnológicas colaborativas que permitan la interacción social, el intercambio de conocimientos y la construcción de ecodiseño. Para el caso de Wehner et al. (2018), es clave el enfoque y los desarrollos de software que abordan desafíos en la integración de ecodiseño con flujos de trabajo para el caso de desarrollo aeroespacial y los sistemas de ingeniería asociados, que utilizan decisiones de desarrollo con métricas ambientales y de sostenibilidad para un negocio, mejorando el sistema de gestión de datos de materiales y solucionando problemas de cumplimiento e impactos ambientales relacionados con los indicadores, de esta forma garantiza la conexión del software a los datos evaluando con posibles riesgos ecológicos.

La educación superior como parte de su responsabilidad con el contexto nacional y regional, está obligada a ofrecer un capital humano que cuente con la competencia necesaria, esta a su vez relacionada con el comportamiento y desempeño en resolver situaciones y actividades laborales, es importante que el ingeniero se involucre con la competencia organizacional que presente la unión de aptitudes, actitudes, rasgos de la personalidad y conocimiento para alcanzar un estándar de efectividad y desempeño en un trabajo. En este orden de ideas se destaca que el modelo de competencia involucra las competencias genéricas como los conocimientos y destrezas que el individuo adquiere para desarrollar una tarea asignada; y las competencias específicas como características relacionadas con el comportamiento observable y habitual que posibilita el éxito de una persona con rasgos de personalidad y motivación para ejecutar una tarea, teniendo presente el conocimiento (Durango et. al 2019).

Por otra el análisis de las cinco fuerzas de Porter se presenta, como modelo que determina el nivel de competencia en una industria u organización, ya sea al sector que pertenezca, facilitando el desarrollo de la estrategia de negocio; iniciando en el poder de negociación con los clientes, el poder de negociación con proveedores, las barreras de entrada (amenaza de nuevos entrantes), las barreras de salida (productos sustitutivos) y la rivalidad entre los competidores; fortaleciendo la industria del e-tailing, con su expansión, aumentando el número de e-proveedores. Se toma este modelo en países europeos, que conduce a un aumento de la competencia, gracia al futuro potencial de las cinco fuerzas competitivas, los gerentes de proveedores y minoristas electrónicos pueden buscar opciones para influir en estas fuerzas con un negocio atractivo al mercado global, y modelo importante como practica para ser integrado en la formación del profesional en ingeniería sostenible (Zihni y Barutçu, 2012). Otro modelo a tomar como referencia es el modelo CDIO (Concebir-Diseñar-Implementar y Operar ver fig.4) con el propósito de equilibrar el conocimiento y la práctica, para este caso de Ingeniería sostenible, que será integrado al currículo, implementando experiencias de aprendizaje basado en "proyectos impulsados", y de esta forma desarrollar la competencia en la comprensión de los conocimientos teóricos, con la capacidad de desarrollar sistemas de ingeniería reales, resolviendo problemas e innovando con un buen trabajo en equipo (Lingling et al.2016). El modelo de un proyecto con Scrum garantiza el trabajo en equipo desde el uso de iteraciones o Sprints, con el objetivo de controlar y planificar proyectos con posibilidades de múltiples cambios en cualquier momento, con el propósito de resultados rápido con innovación, competitividad, flexibilidad y alta productividad (Chaoucha et al.2019). Para Pardo et. al (2019), cuando se desarrolla proyectos como es el caso de proyectos globales de desarrollo de software, utilizando Modelos Scrum+, para dar claridad al conjunto de actividades, tareas, funciones y criterios para apoyar desarrollo ágil de software global (AGSD), armonizando con múltiples modelos, tales como: ISO/IEC 15504, ISO 9001 y CMMI-DEV, como elemento fácil y ágil para ser evaluado (Pardo y Chilito, 2019).

OTROS ANTECEDENTES

Hoy se habla de ingenieros con la capacidad de formular y ejecutar proyectos de inversión, productivos, de investigación que permiten generar nuevos producto o servicios con el componente innovador como elemento fundamental desde la competitividad. Lo anterior se adhiere a las competencias gerenciales, para el desarrollo de una idea analizando recursos, equipos de trabajo, evaluación de oferta y demanda para lograr la transferencia del conocimiento con teorías administrativas desde el proceso, procedimiento, calidad y sistema de gestión como parte fundamental de un sistema de información en una organización. Es importante que la educación superior permita a los profesionales de Ingeniería involucrarse en proyectos que fomenten las competencias gerenciales con investigación en la industria, adaptando avances tecnológicos, aplicando innovación y desarrollando nuevos materiales o servicios (Murcia, 2020). Por otro parte es necesario fomentar en el profesional de educación superior el pensamiento crítico, que de la posibilidad al individuo de plantear juicios, guiado por el acto de pensar, involucrando la flexibilidad en el pensamiento para acercarse al nuevo conocimiento sin temor, desde la metacognición al ser capaz de identificar, modificar y generar técnicas cognitivas, como también esas habilidades cognitivas que le permita la apropiación de contenidos, conocimiento y comprender resultados, para luego articularlo con un enfoque de competencia que serán evaluados. Por lo anterior, existe la Ley 1324 de 2009, el Examen de Estado de Calidad de la Educación Superior, Saber Pro, comprendido por un instrumento para la evaluación externa

de la calidad de la educación, implementado por el Sistema Nacional de Evaluación Estandarizada de la Educación de Colombia, para verificar competencias (Cabeza et al.2020).

Como parte del estudio realizado se tienen presente el Modelo Educativo Crítico con Enfoque de Competencias, basado en la teoría de la Pedagogía Crítica, que resalta la acción comunicativa, una educación concebida para el Mundo de la Vida, con un currículo con valor educativo que integra aspectos laborales y administrativos de la institución, actividades deportivas y artísticas, donde los profesores y alumnos, enseñanza y aprenden, con intercambio de argumentos que lleven al entendimiento, permitiendo una educación pertinente y de alta calidad en el desarrollo de competencias, para disponer de las herramientas creativas en diferentes situaciones, resolviendo problemas, adaptándose a los cambios y aprendiendo durante toda la vida. Con lo anterior el plan de estudios por competencia integra componentes de competencia, núcleos y cursos; que desarrollan el componente de competencias genéricas, componente de competencias transversales y componente de competencias específicas; los núcleos desarrollan campos que abordan temas afines que transitan en el proceso formativo y los curso relacionan las actividades organizadas en un tiempo específico para alcanzar determinada competencia o elemento de competencia (Unigarro, 2017). El objetivo de la investigación fue el de analizar acciones encaminada a un ingeniero competente y sostenible, con metodologías y tecnológicas apropiadas para el desempeño profesional del ingeniero de sistemas.

METODOLOGÍA

La investigación realizada es de tipo mixto al combinar métodos cuantitativos y cualitativos en un mismo estudio, con un componente descriptivo-desarrollada con una muestra de 95 estudiantes de los años 2018 y 2019 del programa ingeniería de sistemas en Colombia. La *primera fase* de investigación se desarrolla con el propósito de analizar los resultados obtenidos en las pruebas Saber Pro de las competencias genéricas y específicas, como parte del diagnóstico realizados a los estudiantes del programa ingeniería de sistemas, el proceso evaluativo analizados fue de los años 2018 y 2019 identificando el desarrollo de las competencias definidas en el Sistema educativo Colombiano, donde la competencia se relaciona a un sistema complejo de conocimiento, creencias y acciones a partir del dominio organizado de distintos saberes, para el caso de la competencia genérica desde la comunicación escrita, razonamiento cuantitativo, lectura crítica, competencia ciudadana e inglés; en las competencias específicas son las propias del programa ingeniería de sistemas con diseño de software, formulación de proyectos de ingeniería y pensamiento científico - matemático y estadístico. Para la *segunda fase* de la investigación se analizan los proyectos desarrollados por los estudiantes del programa de ingeniería de sistemas, seleccionado aquellos que cumplen con la estructura de competitividad del sector de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, interactuando con las empresas del contexto regional, para este análisis se verifica la aplicación de modelos interesante en el desarrollo de sus proyectos como lo es las cinco fuerzas de Porter, CDIO y Scrum. Como última fase el tomar de referente el currículo del programa para que los estudiantes desde su proceso de formación involucren en sus proyectos el modelo apropiado que se ajusta al concepto de sostenibilidad, al utilizar de forma apropiada los recursos tecnológicos implementados según sea el caso de la alternativa de solución en el contexto.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el análisis de resultados de los registro obtenidos por los estudiantes del programa ingeniería de sistemas en las pruebas Saber Pro durante los años 2018 al 2019, se presenta como las competencias genéricas para el año 2019 incrementan en cada uno de los componentes evaluados, como se presenta en la fig.1, donde la competencia escrita presenta un incremento de 4 puntos, en la competencia razonamiento cuantitativo el incremento fue de 11 puntos, para la competencia lectura crítica fue de 9 puntos, en la competencia ciudadana fue de 11 puntos y para el inglés fue del 1 punto.

Fig. 1. Promedio Competencia Genéricas Saber Pro, Programa Ingeniería de Sistemas

Por otra parte, en las competencias específicas se refleja para el año 2018 a 2019, como lo visualiza la fig.2, resaltando la competencia en diseño de software con un incremento de 20 puntos, en la competencia formulación de proyecto de ingeniería incrementa en 4 puntos, en la competencia pensamiento científico matemática y estadística el incremento fue de 2 puntos, situaciones que permiten analizar y verificar tendencias de mejora en el proceso de educación que se está desarrollando desde el programa ingeniería de sistemas, para fortalecerlo con acciones que garanticen un ingeniero sostenible.

Fig. 2. Promedio Competencia Específicas Saber Pro, Programa Ingeniería de Sistemas

Es de discutir que las pruebas de 2018 y 2019 en los resultados de Competencias Genéricas, el programa ingeniería de sistemas obtuvo un promedio de resultado global de (138/150) en las cinco competencias genéricas, (siendo 150 la media nacional), presentando un cumplimiento de 92% sobre la misma. En cuanto a las Competencias Específicas en el año 2018 y 2019 su promedio de resultado global de (131/150) en las tres competencias específicas, con un cumplimiento del 87.3% sobre la misma. Con el análisis anterior se evidencia como los estudiantes del programa ingeniería de sistemas para el caso de la competencia genéricas son buenos en razonamiento cuantitativo obteniendo un puntaje por encima de la media nacional; y en la competencia específicas son buenos para en diseño de software. Por otra parte el resultado del análisis documental realizado a los registro de tesis de los estudiantes de ingeniería de sistemas, durante los años 2018 y 2019 se presentan que 41 de estos documentos están relacionadas con diseño de software y soluciones de infraestructura tecnológica, que benefician al contexto regional, donde el 40% utilizan el modelo CDIO, el 30% las cinco fuerzas de Porter y el 30% utiliza scrum, estos resultados permiten identificar que el modelo predominante para la estructura del proyecto está enfocada a CDIO, acorde a las nuevas tendencias. Con lo anterior se considera que, para ser un ingeniero sostenible, se debe innovar en los componentes que impactan el currículo como se presenta en la fig. 3.

Fig. 3. Currículo para un ingeniero sostenible

El currículo para un ingeniero sostenible, está en fortalecer el *componente formativo*; para ello es necesario articularlo al modelo educación con enfoque por competencias, el plan de estudios en créditos académicos, el desarrollo de la formación integral, innovar con estrategias de flexibilización para el desarrollo del programa, incursionar en los campos de acción, garantizar un plan de transición curricular encontrando cursos como: programación orientada a objetos, estructura de datos, autómatas y lenguajes formales, ingeniería de software, gestión de la información, web y sistemas móviles, arquitectura de plataformas tecnológicas, redes de computadores, diseño experiencia de usuario, analítica de datos, aplicaciones de la inteligencia artificial, seguridad informática, arquitectura y modelamiento de software, internet de las cosas, gobierno de TI, arquitectura Empresarial de TI, computación en la Nube, Optativa I y Optativa II, estas últimas acorde a las nuevas tendencias con los temas de sostenibilidad. Para el *componente pedagógico*; con acciones y espacio para que la comunidad académica contribuya con la investigación y reflexión en una educación de calidad. En el *componente de interacción*; con estrategias que permitan el establecimiento de vínculos con actores en diferentes contextos, estrategias para la interrelación entre profesores y estudiantes, estrategias para la internacionalización del currículo y desarrollo de una segunda lengua.

En el *componente evaluativo*; continuar con sistemas evaluativos propios de la institución educativa, para valorar las competencias genéricas y específicas del programa ingeniería de sistemas. Y a vez cumplido con el currículo del programa lograr vincular el modelo CDIO en el desarrollo de los proyectos efectuados por los estudiantes del programa ingeniería de sistemas, acorde con lo analizado y los beneficios expuestos en contextos internacionales. El modelo CDIO permite al estudiante que se está formando en el área de ingeniería de sistemas, un dominio profundo con la capacidad de aplicación de los fundamentos técnicos necesarios, para ser aplicados como alternativa de solución, y el liderar durante la creación y operación de nuevos productos y sistemas que soporte flujos de información, con la capacidad de investigar para comprender la importancia y valor estratégico de su trabajo.

Fig. 4. Modelo CDIO

El estudio permite identificar todas las mejoras a realizar desde la educación superior, para lograr un ingeniero sostenible con esa habilidad de comportamiento humano, que la adquiere desde el modelo educativo pensamiento crítico con enfoque de competencias, luego el estudiante se vincula con los componentes necesario de un currículo sólido y que responde a las dinámicas sostenibles, amigables con el medio ambiente utilizando habilidades blandas y duras acorde a los avances del contexto nacional e internacional, involucrando las competencias adquiridas durante el desarrollo de los proyectos, utilizando el modelo apropiado para concebir la alternativa de solución, diseñar según requerimiento tecnológicos con el componentes ambiental, implementar tecnologías innovadoras como alternativa de solución que luego que garanticen calidad de vida en el contexto que lo requiera. En la tabla 1, se listan algunos de los principales resultados obtenido por otros investigadores en el campo de metodologías, estrategias, competencias desde diferentes acciones de conocimiento orientadas hacia el desarrollo sostenible.

Tabla 1. Resultados de Investigación

<i>Autores</i>	<i>País</i>	<i>Objetivo</i>	<i>Descripción</i>
Muñoz (2009)	España	Analiza el método de educación dialógica proyectar/investigar.	Se describe una metodología proyectual (del arquitecto) e investigadora (del científico) insertando la nueva cultura sostenible.
Muñoz-Cano et al. (2012)	México	Percepción de estudiantes sobre las TIC con estrategias de innovación educativa.	Durante el trabajo escolar se desarrollan problemas, casos y proyectos que se pueden innovar mediante las TIC desde la competencia cognitiva.
Paoloni et al.(2015)	Argentina	Describe características y percepciones en contextos de aprendizaje en ingeniería.	Argumenta percepciones y expectativas en contextos de aprendizaje desde el marco teórico que atienden a persona y comunidades con instructivos.
Herrera-Seda, et al.(2016)	Chile	Se explora las teorías implícitas y las prácticas de enseñanza acerca de la inclusión educativa.	Se da a conocer estrategias de enseñanza que promueven un aprendizaje significativo, atendiendo a la diversidad.
Martelo et al.(2017)	Colombia	Incremento en niveles de accesibilidad e integración digital de los ciudadanos.	Presenta a la universidad como líder, capacitando a los ciudadanos en habilidades digitales y niveles de accesibilidad e inclusión digital.
Songa (2018)	China	Se presenta un comparativo de los criterios de acreditación de educación en ingeniería del CDIO y CEEAC.	Toma de referente el programa de estudios de CDIO "Concebir-Diseñar-Implementar-Operar", de igual forma se inclina a las habilidades de los estudiantes para resolver en el marco CEEAC.
Niewiadomski et al. (2019)	Austria	Reconocer el nivel de madurez del conocimiento en el dominio de las herramientas informáticas basadas en el algoritmo de inteligencia artificial.	Describe como la empresa conoce las herramientas de Tecnologías que respaldan la gestión mediante un algoritmo de inteligencia artificial, como parte de la industria 4, con maquinaria agrícola.
Perpignana et al (2020)	Francia	Integra los conceptos básicos de la ingeniería sostenible en las formaciones arraigadas en el conocimiento técnico.	Describe una estrategia basada en una matriz de cruce de habilidades, combinando conocimientos específicos de habilidades de ecodiseño y competencias transversales.
Saigaa y Ullah, (2021)	Japon	Proceso de ingeniería inversa sostenible utilizando un paquete CAD listo para usar y un prototipo impreso en 3D utilizando el modelo CAD sólido.	Compara el método de ingeniería inversa tradicional, desde la complejidad computacional, creando modelos precisos y funcionales que integren el proceso de ingeniería inversa para el desarrollo sostenible.
Hsiena et al. (2021)	Singapur	Describe el Marco de Excelencia en Sostenibilidad (SEF) para empresas industriales en Singapur.	Como parte del Marco de Excelencia en Sostenibilidad (SEF), con la autoevaluación una empresa evalúa su desempeño en sostenibilidad, con retroalimentación desde una aplicación web.

Como se observa en la Tabla 1, ninguna toca la temática de Inclusión de Ingeniería sostenible en contexto regionales acorde a los modelos que se ajustan a las nuevas tendencias de sostenibilidad propuesta por los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). En la investigación propuesta por Muñoz (2009), Muñoz-Cano, Córdova, y Priego (2012) y Paoloni, Martín y Chiecher (2015), evidencia la importancia de una cultura sostenible desde el proceso educativo con mediaciones tecnológicas para garantizar el desarrollo de competencias desde el concepto sostenible. Según Herrera-Seda et al. (2016), y Martelo et al. (2017) la universidad promueve estrategias para un aprendizaje significativo, con accesibilidad e inclusión digital como factor clave de una sociedad inclusiva en el marco de la sostenibilidad. El caso de Songa (2018), con el modelo CDIO desarrolla en concebir-diseñar-implementar-operar para resolver problemas desde la ingeniería y poder contribuir al contexto sostenible. Niewiadomski et al. (2019) y Hsien et al. (2021) experiencias de sostenibilidad en empresas de base tecnológica que utilizan la industria 4 en el marco de la inteligencia artificial, y estrategias que garantizan la sostenibilidad ambiental con mediaciones tecnológicas. Para el caso de Perpignana et al. (2020), el promover conocimiento basados en competencia fortalece el desarrollo de actividades ingenieriles. Al realizar el análisis de la tabla 1, se encontró que el modelo educativo crítico con enfoque de competencia se ajusta en la formación de un ingeniero sostenible al permitir que el estudiante desarrolle las competencias ingenieriles, apoyadas con el modelo CDIO que consolida las competencias genéricas y específicas adquiridas, adicionando un componente de sostenibilidad y calidad humana que beneficie el contexto.

DISCUSION FINAL

Los resultados de las pruebas Saber Pro permiten a la educación superior desarrollar estrategias que garanticen la posibilidad de fortalecer y consolidar todos los aprendizajes adquiridos durante el desarrollo del currículo por parte del estudiante, en las competencias genéricas y específicas del proceso educativo. De los modelos analizados, el que cumple con la estructura de competitividad en el sector de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones y permite desarrollar proyectos sostenibles, está relacionado con CDIO como alternativa innovadora para concebir y desarrollar una visión importante en los modelos educativos que desarrollan fundamentos de ingeniería para solucionar dificultades presentes en los contextos regional, nacional o internacional, implementando y operando sistemas complejos con un valor agregado de ambiente moderno amigable con un componente de ecodiseño. El ingeniero sostenible se destaca por cumplir un currículo que garantice la posibilidad de impactar una cultura organizacional, con atributos técnicos y tecnológicos especializados, desarrollando acciones acorde con las dinámicas ambientales, involucrando a sus procesos de implementación alternativas de operación como big data, industria 4.0, seguridad, robótica, inteligencia artificial, entre otras tendencias para garantizar éxito en el servicio o material utilizado para el contexto que lo necesite. El estudiante del programa ingeniería de sistemas cuenta con las competencias específicas en diseño de software, utilizando los componentes necesarios para cumplir con la implementación del software; formulación de proyectos de ingeniería, utilizando el modelo CDIO para cumplir con el componente innovador necesario en el proyecto; por último la competencia pensamiento científico - matemático y estadístico, aplicando los conocimientos, herramientas, cálculos, técnicas para cumplir con la eficiencia de las acciones necesarias en el contexto que lo requiera, como una inclusión de la ingeniería sostenible.

CONCLUSIONES

De acuerdo con el trabajo presentado y a los resultados obtenidos, se pueden plantear las siguientes conclusiones principales: 1) Para lograr la inclusión de un ingeniero de sistemas sostenible se requieren el desarrollo de las competencias genéricas y las específicas visionadas al diseño de software, formulación de proyecto de ingeniería y pensamiento crítico - matemáticas y estadísticas, elementos apropiados para un excelente desempeño ingenieril; 2) El currículo indicado para asumir el rol de un ingeniero sostenible, radica en desarrollar componentes apropiados desde lo formativo, pedagógico, de interacción articulado con el contexto con proyecto de aula e investigación y por último el componente evaluativo por competencias; 3) El modelo CDIO es el apropiado para formar un ingeniero sostenible, porque permite desarrollar alternativas de solución desde el concebir, diseñar, implementar y operar, este modelo también ha sido comprobado por Songa (2018); 4) Es necesario que el Modelo Educativo Crítico con Enfoque de Competencias, se complementa con el modelo CDIO, desarrollando desde los proyectos de aula las competencias necesarias para hacer posible la inclusión de un ingeniero de sistemas sostenible en el contexto que lo requiera.

REFERENCIAS

- Asimwe, M. M., y Kock, I., An analysis of the extent to which industry 4.0 has been considered in sustainability or socio-technical transitions, <http://dx.doi.org/10.7166/30-3-2245>, South African J. of Industrial Engineering, 30(3), 41-51 (2019)
- Baoucha, Y., Pourroya, F., y otros dos autores, Identifying the Requirements for a Knowledge-Sharing Platform in Ecodesign., <http://dx.doi.org/10.1016/j.procir.2014.02.057>, Procedia CIRP, 21, 427- 431 (2014)

- Cabeza, L., Lombana, J., y Castrillón, J., Factores externos en el desempeño de pruebas genéricas de Estado (SaberPro) de inglés en estudiantes de administración y afines en Colombia, <https://doi.org/10.22201/issue.20072872e.2020.30.595>, Rev. iberoam. educ. super, 11(30), 182-200 (2020)
- Chaoucha, S., Mejrib, A., y Ayachi-Ghannouchi, S., A framework for risk management in Scrum development process, <https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.12.171>, Procedia Computer Science, 164, 187-192 (2019)
- Degryse, C., Disrupción tecnológica, ¿abandono social?, doi: 10.20430/ete.v86i344.995, El Trimestre Económico, 9, 1115-1147 (2019)
- Durango-Vanegas, C., Zapata-Rueda, C., y Zapata-Jaramillo, C., Representación en el Núcleo de la Esencia de Semat de las Competencias de un Equipo de Desarrollo de Software, <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642019000400217>, Infor. Tecnológica, 30, 4, 217-226 (2019)
- Garcés, G., y Peña, C., Ajustar la Educación en Ingeniería a la Industria 4.0: Una visión desde el desarrollo curricular y el laboratorio, <http://dx.doi.org/10.21703/rexe.20201940garces7>, Rev. de Estudios y Experiencias en Educación, 19, 128-148 (2020)
- Herrera-Seda, C.M., Pérez-Salas, C. P., y Echeita G., Teorías Implícitas y Prácticas de Enseñanza que Promueven la Inclusión Educativa en la Universidad. Instrumentos y Antecedentes para la Reflexión y Discusión, <http://doi:10.4067/S0718-50062016000500006>, Form. Univ., 9(5), 49-64 (2016)
- Hsien C., Zi-Yuab K., y otros siete autores, Self-Assessment and Improvement Tool for a Sustainability Excellence Framework in Singapore, <https://doi.org/10.1016/j.procir.2021.01.173>, Procedia CIRP, 98, 672-677 (2021)
- Labbé, M., Big data: Nuevos desafíos en materia de libre competencia, <http://dx.doi.org/10.5354/0719-2584.2020.56897>, Chilena de Derecho y Tecnología 9,33-62 (2020)
- Lingling, G., Guowei, T., and three authors, Research and Practice on CDIO-based Application-oriented Practical Teaching System of Computer Major, <https://doi.org/10.1016/j.ieri.2012.06.046>, IERI Procedia, 2, 24-29 (2016)
- Martelo, R. J., Jiménez. I. A., y Jaimes, J. D., Apoyo al Ciudadano desde la Extensión Universitaria para la Accesibilidad e Inclusión Digital, <http://doi:10.4067/S0718-50062017000300006>, Form. Univ., 10(3), 49-60 (2017)
- Murcia, Y., Competencias gerenciales para ingenieros, <https://doi.org/10.26620/uniminuto.inclusion.7.2.2020.101-110>, Acade. Inclusión y Desarrollo, 101-110 (2020)
- Muñoz-Cano, J. M., Córdova, J.A., y Priego H., Dificultades y facilidades para el desarrollo de un proceso de innovación educativa con base en las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC), <http://doi:10.4067/S0718-50062012000100002>, Form. Univ., 5(1), 3-12 (2012)
- Muñoz, M.J., Proyectar/Investigar: Método de Educación Dialógica, Aplicado al Desarrollo de Competencias, en la Iniciación al Diseño Sostenible, <http://doi:10.1612/form.univ.4122fu.08>, Formación Universitaria, 2(2), 17-26 (2009)
- Niewiadomski, P., Stachowiak, A., y Pawlak, N., Knowledge on IT Tools Based on AI Maturity – Industry 4.0 Perspective, <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.421>, Procedia Manufacturing, 39, 574-582 (2019)
- Paoloni, P.V., Martín R.B., y Chiecher A.C., Contextos de Aprendizaje en el Nivel Medio y en la Universidad. Percepciones y Expectativas de Estudiantes que Ingresan en Carreras de Ingeniería, <http://doi:10.4067/S0718-50062015000500007>, Formación Universitaria, 8(6), 47-56 (2015).
- Pardo, C., y Chilito, P., Scrum+: A scaled Scrum for the agile global software development project management with multiple models, <https://doi.org/10.17533/udea.redin.20190519>, Fac. de Ingeniería, 93, 105-116 (2019)
- Perpignana, C., Baoucha Y., y otros dos autores, Engineering education perspective for sustainable development: A maturity assessment of cross-disciplinary and advanced technical skills in eco-design, <https://doi.org/10.1016/j.procir.2020.02.051>, Procedia CIRP, 90, 748-753 (2020)
- Rodríguez, F., y Fernández, G., Ingeniería sostenible: nuevos objetivos en los proyectos de construcción, <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50732010000200001>, Ing. de Construcción, 147-160, (2010).
- Saigaa, K., y Ullah, A.S., A Sustainable Reverse Engineering Process, <https://doi.org/10.1016/j.procir.2021.01.144>, Procedia CIRP, 98, 517-522 (2021)
- Songa, D., Comparison of CDIO and Chinese Engineering Education Accreditation for Animation Specialty of TUST, <https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.04.322>, Procedia Computer Science, 131, 765-770 (2018)
- Unigarro, M., Un modelo educativo crítico con enfoque de competencias. Bogotá: <http://dx.doi.org/10.16925/greylit.1833>. Green Papers (2017)
- Vega, L., La educación en ingeniería en el contexto global: propuesta para la formación de ingenieros en el primer cuarto del Siglo XXI, Rev. Ingeniería Investigación y Tecnología, 2, 177-190 (2013)
- Wehner, D., Chen, X., y otros cuatro autores, Development of industry-focused, Life Cycle Assessment enhanced Eco-Design software, <http://dx.doi.org/10.1016/j.procir.2017.11.125>, Procedia CIRP, 69, 686-691(2018)
- Zhenmin, L., Informe de los Objetivos de Desarrollo Sostenible 2019, 3-59. Naciones Unidas, Nueva York (2019)
- Zihni, M., y Barutçu, S., The Impacts of E-SCM on the E-Tailing Industry: An Analysis from Porter's Five Force Perspectives, <http://dx.doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.09.1085>, Procedia-Social and Behavioral Sciences, 58, 1047-1056 (2012)