

COMPETENCIAS DOCENTES DE INGENIERÍA

Revisión bibliográfica de literatura

ANGÉLICA BURBANO / ANA JUDITH LEDESMA / DAYANA ALEXANDRA ORDOÑEZ

Resumen:

El objetivo principal de esta investigación fue identificar las competencias docentes en el campo de la ingeniería, considerando que no existe un acuerdo común respecto de cuáles son. Para ello, se realizó una revisión de literatura. La metodología se desarrolló en tres pasos: *a)* planificación de la búsqueda de la información, incluyendo el planteamiento de las preguntas de investigación y de fórmulas para la exploración en bases de datos; *b)* desarrollo de la búsqueda, en cuyo inicio se encontraron 71 artículos y, una vez analizados, quedaron 36 que mencionan las competencias docentes de manera general; y *c)* redacción del informe de investigación. Entre los principales hallazgos se encontró un enfoque de los artículos en competencias a nivel pedagógico, pero no disciplinar respecto de la docencia en ingeniería; sin embargo, al considerar como referente las propuestas de la organización CDIO (concebir, diseñar, implementar, operar) y la iniciativa ABET (dedicada a la acreditación de programas universitarios de ingeniería y tecnología) se obtuvieron competencias específicas de la profesión.

Abstract:

The main objective of this research was to identify teaching competencies in the field of engineering, in the absence of a common agreement as to what they are. For this purpose, a literature review was carried out. The methodology was implemented in three steps: *a)* planning the search for information, including the formulation of research questions and of formulae for exploration in databases; *b)* carrying out the research, in the beginning of which 71 articles were found and, once analyzed, 36 were selected that mentioned teaching competencies in general; and *c)* writing the research report. Among the main results, we found that the articles focused on competencies at a pedagogical level but not at a disciplinary level with respect to engineering teaching; however, when considering as a reference the proposals of the CDIO organization (conceive, design, implement, operate) and the ABET initiative (dedicated to the accreditation of university engineering and technology programs), we could obtain specific competencies of the profession.

Palabras clave: competencias docentes; ingeniería; análisis documental.

Keywords: teaching competencies; engineering; documentary analysis.

Angélica Burbano: profesora de la Universidad Icesi, Facultad de Ingeniería, Diseño y Ciencias Aplicadas. Cali, Colombia. CE: aburbano@icesi.edu.co / <https://orcid.org/0000-0001-8558-6749>

Ana Judith Ledesma: profesora de la Universidad Icesi, Facultad de Ingeniería, Diseño y Ciencias Aplicadas. Cali, Colombia. CE: ajledesma@icesi.edu.co / <https://orcid.org/0000-0001-5701-1534>

Dayana Alexandra Ordoñez: estudiante de maestría en Ingeniería, Universidad Icesi, Facultad de Ingeniería. Cali, Colombia. CE: daordonez@icesi.edu.co / <https://orcid.org/0000-0002-3668-4403>

Introducción

En esta investigación se realizó una revisión sistemática de literatura con el objetivo de dar respuesta a la pregunta principal de esta investigación: ¿cuáles son las competencias que deben desarrollar las y los docentes¹ de ingeniería? La pregunta surge porque tienen un papel y una responsabilidad significativa en el éxito de un sistema educativo (Barth y Rieckmann, 2011); es igualmente importante preparar y capacitarlos tanto en la adquisición de competencias del siglo XXI como compartirlas con los demás (Kim, Raza y Seidman, 2019). Los docentes deben seguir aprendiendo por el resto de sus vidas, indagando constantemente sobre las últimas y mejores prácticas en su área de estudio y aprendiendo sobre los nuevos contenidos de la disciplina enseñada (Pineida, 2011). El profesorado debe poseer competencias esenciales que se desarrollan como resultado de las necesidades cambiantes de nuestra comunidad educativa (Shankar, Gowtham y Surekha, 2020:1).

Se espera que el profesorado domine muchas áreas: desde la enseñanza, la investigación –incluyendo la educativa–, la cultura institucional, la gestión desde el departamento académico hasta a nivel de la universidad, el cambio de actividades, así como las prioridades en la mitad y al final de la carrera (Felder Brent y Prince 2011, cit. en Waychal, 2017:1). Ahora bien, en la literatura se encuentra que la competencia se define como una característica de la personalidad y de actitud, se relaciona con las habilidades y los conocimientos, además de los desempeños destacados en el trabajo (Universidad Icesi-Dirección Administrativa y Financiera, s.f.).

Las competencias docentes son el conjunto de saberes didácticos y pedagógicos junto con la capacidad de reflexión sobre su actuación en el proceso de aprendizaje y formación del estudiante. Las competencias son más que una simple acumulación de saberes, son una construcción de habilidades y actitudes que se van desarrollando mediante simulaciones formativas y la propia experiencia laboral (Pachón de la Cruz, 2017). Gupta, en 1999, sugirió la definición de competencia no solo como conocimiento y habilidades, sino también como actitudes, valores, motivaciones y creencias que las personas necesitan para tener éxito en un trabajo (Gupta, 1999, cit. en Yu, Luo, Sun y Strobel, 2012). Se pueden señalar que las competencias pueden ser categorizadas de diferentes formas, por ejemplo: técnicas, profesionales, participativas, personales, básicas, clave, transversales, genéricas, emocionales, socioemocionales, entre otras (Fernández Batanero, 2020).

Desde 1990 se encuentra literatura referente a la investigación de las competencias docentes. Tejada Fernández menciona que un rasgo esencial de las competencias es la relación entre teoría y práctica; es decir, si los conocimientos teóricos se abordan en función de las condiciones concretas del trabajo y si se pueden identificar como situaciones originales (Tejada Fernández, 1999, citado por Galdeano-Bienzobas y Valiente-Barderas, 2010).

Yu *et al.*, 2012 proponen el modelo conceptual de competencia docente en ingeniería K-6 (*Six-Knowledge*), en el que realizan una categorización de las competencias: 1) conocimiento del concepto de ingeniería, 2) habilidades de ingeniería, 3) conocimiento sobre las diferentes disciplinas de la ingeniería, 4) conocimiento del contenido pedagógico de la ingeniería, 5) actitudes hacia la ingeniería y 6) actitudes hacia la enseñanza de la ingeniería e integración de la ingeniería en otras materias (Yu *et al.*, 2012). Las autoras de este trabajo, a partir de una revisión inicial de literatura (Burbano, Ledesma y Ordoñez, 2021b), han presentado una categorización de las competencias docentes: *genéricas*, aquellas que una persona posee, y que son consideradas a la hora de ser contratado en una institución educativa; *pedagógicas*, se refieren a la pedagogía específica necesaria para enseñar ingeniería, más allá de la general; y *disciplinares*, respecto del contenido esencial de la ingeniería.

Complementando lo anterior, un referente para las competencias docentes son aquellas que desarrollaría un estudiante en el marco de la Iniciativa CDIO (*conceive, design, implement, operate*) y la organización ABET (Accreditation Board for Engineering and Technology), pues se asume que el docente debe tener las competencias que enseña en sus estudiantes; por ejemplo, en el caso de CDIO específicamente en el estándar 3, que trata de currículo integrado, se propone la realización de un plan de estudios incluyendo las habilidades que deben desarrollar las personas, y se observan las competencias que debe adquirir el estudiante: implementar, desarrollar, concebir y operar (CDIO, 2022). Por su parte, ABET, organización dedicada a la acreditación de programas universitarios de ingeniería y tecnología, menciona siete competencias que deben desarrollar los estudiantes de ingeniería, de manera resumida: 1) identificar, formular y resolver problemas complejos de ingeniería; 2) aplicar el diseño de ingeniería; 3) comunicarse de manera efectiva; 4) reconocer responsabilidades éticas y profesionales en situaciones de ingeniería; 5) trabajo en equipo; 6) desarrollar, realizar

y analizar experimentos; y 7) adquirir y aplicar nuevos conocimientos (ABET, 2021).

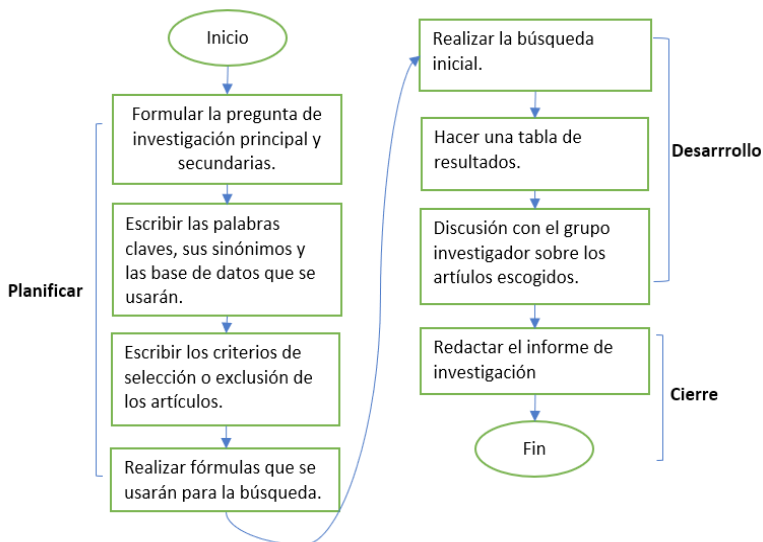
La literatura anterior no menciona exactamente cuáles son las competencias que un docente de ingeniería debe desarrollar en su totalidad; en su mayoría, los trabajos se centran en las pedagógicas y ninguno se enfoca en las disciplinares, es por ello, que se rescata la importancia de la identificación de las competencias docentes en ingeniería con el propósito de contribuir a la orientación de los planes de mejora y formación docente.

Metodología

Una revisión sistemática de la literatura es un medio para evaluar e interpretar todos los estudios disponibles y relevantes que den respuesta a una pregunta de investigación en particular (Kitchenham, Brereton, Budgen, Turner *et al.*, 2009). La planificación de la revisión es fundamental para llevarla a cabo, en esta etapa se definen las palabras clave, los criterios de selección o exclusión de un artículo y las bases de datos (Davila y Nunes, 2021). La figura 1 muestra el flujo de actividades para los procesos de planificación, desarrollo y cierre de esta investigación.

FIGURA 1

Proceso de la revisión sistemática



Fuente: elaboración propia con base en: Kitchenham y Charters (2007).

Planificar

En esta fase se definió el tema a tratar en la investigación, se formularon las preguntas principal y secundarias, las palabras clave con sus respectivos sinónimos en los diferentes idiomas en que se haría la búsqueda, las ecuaciones de búsqueda, los criterios de selección para aceptar o rechazar un artículo, los buscadores donde se realizaría la investigación y los gestores bibliográficos. Para esta investigación se utilizaron dos herramientas de software: Mendeley y ATLAS.ti (versión 23.0.8).

Al procesar la información, fue importante tener en cuenta los cinco pasos a seguir al momento de realizar la lectura de los artículos. Esto se muestra en la tabla 1.

TABLA 1

Proceso de lectura

Pasos	Proceso	¿Qué realizar?
1	Revisar el título y el resumen	Si cumple, sigue con paso 2. Si no, se elimina
2	Revisar las conclusiones	Si cumple, sigue con paso 3. Si no, se elimina
3	Revisar las metodologías	Si cumple, sigue con paso 4. Si no, se elimina
4	Leer todo el artículo	Si cumple, sigue con paso 5
5	Realizar resumen y recopilación en ATLAS.ti	

Fuente: elaboración propia.

Preguntas de investigación

Las preguntas de la investigación se formularon, naturalmente, teniendo en cuenta el problema a resolver. La principal fue: ¿cuáles son las competencias que debe desarrollar y tener un docente de ingeniería?, mientras las preguntas secundarias fueron dos: ¿cuáles son los requisitos en CDIO para el profesorado? y ¿cuál es el perfil del docente de ingeniería?

Búsqueda

La búsqueda bibliográfica se realizó en cuatro bases de datos: ScienceDirect, Scopus, Taylor y Web of Science, así como en las conferencias realizadas por

CDIO (CDIO Proceedings). Por medio de palabras clave se buscó en cada una de ellas y se realizaron los filtros pertinentes. El primer dato fue el año, considerando desde 1990 hasta el 2021, debido a que el tema de competencias docentes ha cobrado importancia desde estos años; otro filtro utilizado fue el idioma de los textos, para esta investigación se consideraron el inglés y el español. Además, se aplicaron criterios de exclusión e inclusión de un artículo, como se muestran en la tabla 2. Para seleccionar un texto, este por lo menos debía cumplir con cuatro criterios de inclusión.

TABLA 2

Criterios de selección

Criterio de inclusión (IC)	Criterio de exclusión (EC)
IC1: El artículo presenta un estudio o investigación de las competencias del profesorado	EC1: El artículo no está centrado en competencias para el profesorado
IC2: El artículo presenta un estudio o investigación de las competencias del profesorado en ingeniería	EC2: No hay acceso al documento
IC3: El artículo presenta un estudio o investigación de las competencias del profesorado en el marco CDIO	EC3: El artículo está en un idioma diferente al inglés y al español
IC4: El artículo presenta un estudio o investigación de las competencias del profesorado en el marco ABET	EC4: El artículo no presenta competencias docentes
IC5: El artículo presenta competencias docentes	EC5: El artículo es publicado antes de 1990
IC6: El artículo posee 4 o más páginas	EC6: El artículo no está escrito en inglés o español
IC7: El artículo fue escrito entre 1990 y 2021	
IC8: El artículo es de acceso abierto	
IC9: El artículo está escrito en inglés o español	

Fuente: elaboración propia.

Las fórmulas para la búsqueda bibliográfica fueron las siguientes:

- “Teaching skills” OR “Teaching competencies” AND engineering.
- “CDIO standards 9” OR “CDIO standards 10” AND “Teaching skills” OR “Teaching competencies” AND “Engineering”.

- “CDIO standards 9” OR “CDIO standards 10” AND “Faculty development” AND “Engineering”.
- “Faculty development” AND “Engineering”.
- “Model Teaching Program”.
- “Career in Teaching Program” OR “Teacher promotion mechanics”.
- “Model Teaching Program” AND “Engineering”.

Desarrollo

En esta fase se crearon en Mendeley carpetas por cada base de datos para guardar la información que se recopiló en la búsqueda. Además, para la síntesis de los artículos, se creó una tabla en Excel, en donde cada columna define: el título de la carpeta con la ubicación del artículo a leer, los autores, el país, la fuente del artículo (base de datos de donde se tomó), universidad, identificador de objeto digital (DOI, por sus siglas en inglés), año de publicación, editores, tipo de documento y palabras clave, todo esto con el objetivo de obtener un panorama general y poder organizar la información para su posterior análisis. La tabla 3 presenta los resultados de la búsqueda sistemática, donde el 0.42% de la bibliografía inicial daba respuestas a las preguntas principal y secundarias, asimismo, muestra los años en los que se encontró información, el resultado tanto inicial como final, aplicando los pasos anteriormente mencionados.

TABLA 3

Resultados de búsqueda bibliográfica

Fuentes de información	Años de búsqueda	Resultado inicial	Resultados aplicando filtros (año, idioma, acceso abierto)	Resultado lectura preliminar	Resultado final
Proceedings CDIO	2005-2019	952	952	19	13
Science Direct	1990-2021	5 219	219	20	8
Scopus		810	237	14	6
Taylor		1	1	1	0
Web of Science		3 079	638	27	9
Total		10 061	2 047	81	36

Fuente: elaboración propia.

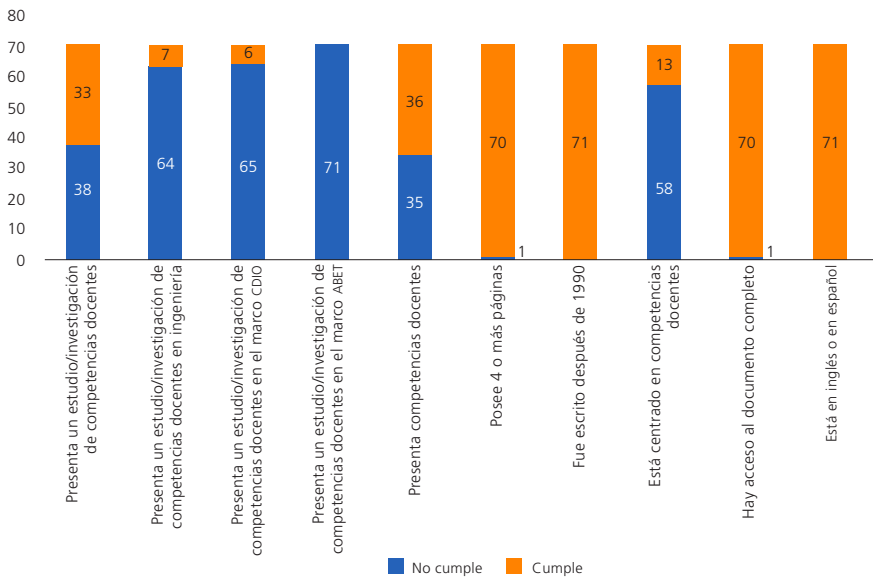
Cabe aclarar que el caso de documentos repetidos en las bases de datos, el artículo se dejó en una de ellas.

Resultados

Como se ha mencionado, para el análisis de la literatura se utilizó el programa ATLAS.ti, se ingresaron 81 artículos que fueron el resultado preliminar de la lectura de título, resumen y conclusiones. A estos textos se les realizó un análisis exploratorio automático con dicho programa, el cual permite determinar si las categorías o palabras clave que se necesitan para la investigación se encuentran en los documentos. Como resultado, se obtuvieron palabras reiterativas: *teaching, learning, education, development, teacher, skills, engineering, research* y que hacen referencia a las palabras clave ingresadas en los buscadores. Lo siguiente fue depurar la base de datos de los 81 artículos, a los cuales se les aplicó el proceso de lectura descrito en la tabla 1. De este proceso se descartaron 10 artículos que no cumplían con esos pasos, es decir, en total quedaron 71 artículos para realizar el análisis. Los resultados se presentan en la figura 2.

FIGURA 2

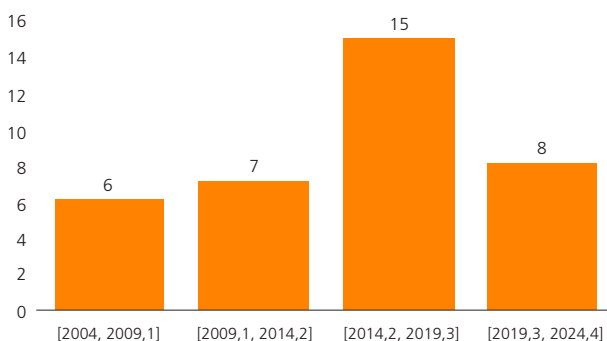
Crterios de inclusión o exclusión de los artículos analizados



Fuente: elaboración propia.

Una vez aplicados los criterios descritos en la tabla 2, se obtuvo un resultado de 36 artículos que responden a la pregunta principal y a las secundarias: Science Direct (8), Scopus (6), Web of Science (9) y Proceedings CDIO (13). La figura 3 muestra la distribución de artículos por años de publicación. Se observa que entre 2014 y 2019 es evidente un auge en investigaciones correspondientes a las competencias docentes.

FIGURA 3

Distribución de publicaciones por años

Fuente: elaboración propia.

Los artículos seleccionados hacen referencia al análisis de competencias docentes, formación docente o estudios de caso sobre competencias docentes. Para este estudio se tuvieron en cuenta competencias emergentes y las ya establecidas en el marco de educación de ABET y CDIO ya enunciadas, partiendo de la idea de que si los estudiantes deben desarrollar ciertas competencias, el docente debe contar con ellas.

Hallazgos de la investigación en competencias docentes

Para esta investigación se tomó la misma categorización realizada con anterioridad (Burbano, Ledesma y Ordoñez, 2021b), competencias: genéricas, pedagógicas y disciplinares. Cuando se realizó la revisión de literatura, en investigaciones previas con las autoras de este artículo ya se tenían identificadas algunas competencias que deben tener los docentes: comunicación, trabajo en equipo, liderazgo, pensamiento sistémico, ética, razonamiento analítico y resolución de problemas, aprendizaje permanente, concebir, ingeniería y gestión de sistemas, diseño, implementación y operación.

Además, en un estudio realizado en la Universidad Icesi, docentes aportaron otras que no se tenían identificadas como la empatía y competencia para el mundo digital (Burbano, Ledesma y Ordoñez, 2021a). Todas las competencias mencionadas se verificaron en la literatura encontrada. Las otras emergieron en esta investigación: planificación y orientación al resultado, gestión al cambio, liderazgo, orientación al usuario, personal (habilidad para tener la motivación hacia la mejora y reflexión sobre su desarrollo profesional y personal), conocimiento de la industria, gestión del aula, empatía, desarrollo profesional y profesionalismo, planificación y ejecución de una experiencia de aprendizaje.

En la revisión se encontró que las competencias docentes para ingeniería, en su mayoría (36 artículos) corresponden a las pedagógicas y genéricas: 49 y 28%, respectivamente. Por otro lado, la aparición de las competencias que son tratadas con mayor frecuencia en la literatura estudiada es: 8% corresponde a la comunicación, enmarcada en la categoría general; 8% a planificación y gestión docente y, también con 8%, planificación y ejecución de una experiencia de aprendizaje, estas dos últimas en la categoría pedagógica; y 11% a competencias CDIO, de la categoría disciplinar.

En la tabla 4 se puede observar una consolidación completa de las competencias encontradas en la literatura y su respectivo artículo. En las tablas 5, 6 y 7 se encuentra la descripción de las competencias por categoría: genéricas, disciplinares y pedagógicas, respectivamente.

TABLA 4

Competencias docentes

Competencias	Referencia
Categoría: competencias genéricas	
Ética	Koch Svedberg, 2011; Yu <i>et al.</i> 2012; Cheah y Singh, 2011; Malmqvist, Gunnarsson y Vigild, 2008; Terrazas-Marín, 2018; Acosta Peña, Tomás-Folch y Feixas, 2017; Fernández Batanero, 2020; Alija, García y Muñoz, 2015; Bueno García, Ubieto-Artur y Abadía Valle, 2017; Pineida, 2011; Greculescu, Todorescu, Popescu-Mitroi <i>et al.</i> , 2014; Sandhu y Hussain, 2016; Cole, Barker, Kolodner, Williamson, <i>et al.</i> , 2004; Sona, Kaleeswari, Revathi, Johnson <i>et al.</i> , 2020; Universidad Icesi-Dirección Administrativa y Financiera, s.f.; Gareth y Robin, 2018; Shankar, Gowtham y Surekha, 2020; Van de Grift, Houtveen, Van den Hurk y Terpstra, 2019; Barth y Rieckmann, 2011
Comunicativa	
Planificación y orientación al resultado	
Gestión al cambio	
Liderazgo	
Orientación al usuario(estudiante)	
Aprendizaje permanente	
Personal	
Trabajo en equipo	

(CONTINÚA)

TABLA 4 / CONTINUACIÓN

Competencias	Referencia	
Categoría: Competencias disciplinares		
Diseño	Cheah y Singh, 2011; Hanson y Fors, 2009; Murman, Mcmanus y Candido, 2007; Dunbar, Seery y Gordon, 2006; Yu <i>et al.</i> , 2012; Tiewtoy, Krusong y Kuptasthien, 2019; Cheah y Wong, 2019; Mazini, Pontes, Hortolani y Scarpin, 2018; Saemundsdottir, Theodorsdottir, Malmqvist, Turenne <i>et al.</i> , 2013; Malmqvist, Gunnarsson y Vigild, 2008; Mohd Zulkifli, Mohammad Hussain, Hanapi, Suhairoem <i>et al.</i> , 2018; Koch Svedberg, 2011; Fernández Batanero, 2020; Sandhu y Hussain, 2016	
Implementación		
Concebir, ingeniería y gestión de sistemas		
Operación		
Conocimiento de la industria		
Pensamiento sistémico		
Experimentación, investigación y descubrimiento del conocimiento		
Razonamiento analítico y resolución de problemas		
Categoría: competencias disciplinares		
Competencia para el mundo digital		Hanson y Fors, 2009; Pineida, 2011; Fernández-García, Rodríguez-Álvarez y Viñuela-Hernández, 2021; Feng, Helms-Lorenz, Maulana y Jansen, 2021; Borg, Clifford y Htut, 2018; Toraman y Çakmak, 2020; Van de Grift <i>et al.</i> , 2019; Papadopoulou, Bhadani, Hulthén, Malmqvist <i>et al.</i> , 2019; Malmqvist, Gunnarsson y Vigild, 2008; Yu <i>et al.</i> , 2012; Barth y Rieckmann, 2011; Acosta Peña, Tomás-Folch y Feixas, 2017; Lomarak, Nuansai, Promden y Sangsila, 2019; Mohd Zulkifli <i>et al.</i> , 2018; Fernández Batanero, 2020; Bueno García, Ubieto-Artur y Abadía Valle, 2017; Shankar, Gowtham y Surekha, 2020; Alija, García y Muñoz, 2015; Thomson y Clark, 2019; Leong, Singh y Sale, 2016; Koch Svedberg, 2011; Cole <i>et al.</i> , 2004; Terrazas-Marín, 2018
Gestión del aula		
Empatía		
Desarrollo profesional y profesionalismo		
Orientación al aprendizaje y desarrollo de las personas		
Planificación y ejecución de una experiencia de aprendizaje		

Fuente: elaboración propia.

TABLA 5

Descripción de competencias genéricas

Competencias	Desglose de competencia (Primera línea)	Descripción de competencia
Ética		Ética, integridad y responsabilidad social; conducta profesional; visión proactiva e intención en la vida; mantenerse al día en el mundo de la ingeniería; equidad y diversidad; confianza y lealtad (ABET, 2022)
Comunicativa	<ul style="list-style-type: none"> Comunicativa (español e inglés) 	Desarrollar procesos bidireccionales de comunicación de manera eficaz y correcta, lo cual implica la recepción, interpretación, producción y transmisión de mensajes a través de canales y medios diferentes y de forma contextualizada a la situación de enseñanza-aprendizaje (Bueno García, Ubieto-Artur y Abadía Valle, 2017)

(CONTINUÁ)

TABLA 5 / CONTINUACIÓN

Competencias	Desglose de competencia (primera línea)	Descripción de competencia
Planificación y orientación al resultado		Definición del plan de trabajo para el logro de los resultados propuestos –seguimiento de objetivos (metas e indicadores)– propios y/o de la institución. Desarrollo de estrategias eficaces para la consecución de los objetivos y el plan propuesto. Ejecución de las acciones definidas cumpliendo en tiempo y forma con los resultados esperados (Alija, García y Muñoz, 2015)
Gestión al cambio	<ul style="list-style-type: none"> • Identificación y compromiso con la organización • Adaptabilidad 	Actuar según la situación se refiere a adaptabilidad o flexibilidad en las situaciones desafiantes (Sona, <i>et al.</i> , 2020)
Liderazgo		Es la habilidad necesaria para orientar la acción de los grupos humanos en una dirección determinada, inspirando valores de acción y anticipando escenarios de desarrollo de la acción de ese grupo (Universidad Icesi, s.f.)
Orientación al usuario(estudiante)		Capacidad para identificar las necesidades y expectativas del estudiante, implementando las acciones necesarias para satisfacer sus necesidades y brindar un excelente servicio (Universidad Icesi-Dirección Administrativa y Financiera, s.f.)
Aprendizaje permanente	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollo profesional y profesionalismo 	Aprender todo el tiempo, indagando constantemente sobre las últimas y mejores prácticas en su área de estudio y aprendiendo sobre los nuevos contenidos de la disciplina enseñada (Pineida, 2011)
Personal	<ul style="list-style-type: none"> • Gestión del tiempo • Orientación a la mejora personal y profesional • Interpersonal 	Motivación hacia la mejora y reflexión sobre su desarrollo profesional y personal (Alija, García y Muñoz, 2015), promover el espíritu crítico, la motivación y la confianza, reconociendo la diversidad cultural y las necesidades individuales, creando un clima de empatía y compromiso ético (Bueno García, Ubieto-Artur y Abadía Valle, 2017)
Trabajo en equipo	<ul style="list-style-type: none"> • Trabajo cooperativo • Relación con otros 	Colaborar y participar como miembro de un grupo, asumiendo la responsabilidad y el compromiso propios hacia las tareas y funciones que se tienen asignadas para la consecución de unos objetivos comunes, siguiendo los procedimientos acordados y atendiendo los recursos disponibles (Bueno García, Ubieto-Artur y Abadía Valle, 2017)

Fuente: elaboración propia.

TABLA 6

Descripción de competencias disciplinares

Competencias	Desglose de competencia (primera línea)	Descripción de competencia
Diseño		Diseñar proceso; fases y enfoques; utilización del conocimiento en el diseño; diseño disciplinario y multidisciplinario; diseñar para la sustentabilidad, seguridad, estética, operatividad y otros objetivos (CDIO, 2021)
Implementación		Implementación sustentable; proceso de implementación e integración de <i>hardware</i> y <i>software</i> ; test, verificación, validación y certificación; gestión de la implementación (CDIO, 2021)
Concebir, ingeniería y gestión de sistemas		Necesidades, requerimientos, restricciones y metas; concepto y arquitectura; teoría de sistemas, modelamiento e interfaces; gestión de desarrollo de proyectos (CDIO, 2021)
Operación		Diseñar y optimizar operaciones sustentables y seguras; capacitación (<i>training</i>) y operaciones; sostener el ciclo de vida de un sistema; mejora y evolución de un sistema; temas de eliminación (<i>disposal</i>) y fin de vida; gestión de operaciones (CDIO, 2021)
Conocimiento de la industria		Conocimiento de la actualidad en campo industrial, tener un acercamiento cercano a la industria para presentar casos reales a los estudiantes
Pensamiento sistémico		Organizar e integrar componentes interrelacionados para formar un todo (ABET, 2022)
Experimentación, investigación y descubrimiento del conocimiento		Formulación de hipótesis, búsqueda en la literatura impresa y electrónica, investigación experimental, prueba y defensa de hipótesis (ABET, 2022)
Razonamiento analítico y resolución de problemas	<ul style="list-style-type: none"> • Matemática y ciencias básicas • Pensamiento crítico 	Conocimiento de matemáticas y de ciencias básicas; fundamentos de la ingeniería; métodos y herramientas de la ingeniería, complementando con la identificación y formulación de problemas, modelamiento, estimación y análisis cuantitativo, análisis con incertidumbre, solución y recomendaciones (ABET, 2022)

Fuente: elaboración propia.

TABLA 7

Descripción de competencias pedagógicas

Competencias	Desglose de competencia (primera línea)	Descripción de competencia
Competencia para el mundo digital	<ul style="list-style-type: none"> • Competencia tecnológica • Manejo de nuevas tecnologías 	Uso de las TIC como recurso didáctico en todas las clases (Pineida, 2011), además, de entender y proponer cambios en las clases de acuerdo con las demandas de las sociedades
Gestión del aula	<ul style="list-style-type: none"> • Clima adecuado de aprendizaje • Entorno de aprendizaje seguro 	Habilidades cognitivas del docente, en particular para percibir, interpretar y tomar decisiones con respecto a la gestión general del aula (Toraman y Çakmak, 2020)
Empatía		Escucha a los demás con empatía ocupándose en entender sus puntos de vista y evitando ideas preconcebidas y juicios (Universidad Icesi, s.f.)
Planificación y gestión docente	<ul style="list-style-type: none"> • Reflexionar • Gerencia • Planear • Investigar sobre la enseñanza 	Diseñar, orientar y desarrollar contenidos, actividades de formación y de evaluación, y otros recursos vinculados a la enseñanza-aprendizaje, de forma que se valoren los resultados y se elaboren propuestas de mejora (Bueno García, Ubieto-Artur y Abadía Valle, 2017)
Desarrollo profesional y profesionalismo	<ul style="list-style-type: none"> • Comprensión integral del tema 	El conocimiento del contenido de la materia consiste en un marco explicativo en la disciplina y las reglas de evidencia y prueba dentro de la disciplina (Shankar, Gowtham y Surekha, 2020)
Orientación al aprendizaje y desarrollo de las personas	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluar para el aprendizaje (evaluar, tutorizar, valoración) • Retroalimentación a estudiantes 	<p>Evaluación de los estudiantes, es determinar en qué medida se están cumpliendo las metas de calidad que se fijan en los estándares, asociadas a los aprendizajes que se espera logren los estudiantes (Ministerio de Educación Nacional de Colombia, 2006)</p> <p>La retroalimentación al estudiante como la información proporcionada por una persona con respecto a aspectos del desempeño o conocimiento de otra persona (Van de Grift <i>et al.</i>, 2019)</p>

(CONTINÚA)

TABLA 7 / CONTINUACIÓN

Competencias	Desglose de competencia (primera línea)	Descripción de competencia
Planificación y ejecución de una experiencia de aprendizaje	• Enseñanza intensa y activa	Aplicar estrategias metodológicas (de aprendizaje y evaluación) adecuadas a las necesidades del estudiantado, de manera que sean coherentes con los objetivos y los procesos de evaluación, y que tengan en cuenta el uso de las tecnologías de la información y la comunicación para contribuir a mejorar los procesos de enseñanza-aprendizaje (Bueno García, Ubieto-Artur y Abadía Valle, 2017)
	• Claridad de la instrucción	Comunicar eficientemente la información a los estudiantes para evitar ambigüedades en la información
	• Planeación y proceso de la enseñanza	Preparar las clases e investigar temas innovadores
	• Innovación	Crear y aplicar nuevos conocimientos, perspectivas, metodologías y recursos en las diferentes dimensiones de la actividad docente, orientados a la mejora de la calidad del proceso de enseñanza-aprendizaje. Desarrollando actividades novedosas que activan su práctica profesional (Alija, García y Muñoz, 2015)
	• Diseñar metodologías y organizar actividades	Preparación de estrategias de clase y estrategias de enseñanza aprendizaje
	• Gestión de procesos de aprendizaje	Se debe lograr una reflexión para la clase, identificación de prerrequisitos y conocimientos de los estudiantes, teniendo en cuenta una instrucción diferenciada, por último, seleccionar y preparar los contenidos disciplinares

Fuente: elaboración propia.

El 99% de los artículos seleccionados están escritos en inglés y son estudios realizados fuera de América de Sur; esto implica una brecha en el estudio de las competencias docentes en Latinoamérica. Agregando los años de auge por el tema de las competencias, las investigaciones se han desarrollado desde 2010 en adelante, tratando el tema con más detalle en las universidades o instituciones académicas, mientras que en otros países los estudios empiezan en 1990.

Al referirnos a la tabla 4, ningún artículo trata todas las competencias que debe desarrollar un docente en ingeniería, en su mayoría solo tratan una o dos, con estas realizan un estudio para determinar el grado de desarrollo y el plan de formación o capacitación del profesorado en cuestión. Las competencias que más destacan son experiencias pedagógica y comunicativa que, a su vez, son las más resaltadas para ser docente. Según, el informe NyIng, un grupo de ingenieros y gerentes discuten el concepto de profesionalismo de la ingeniería y encuentran principalmente las siguientes deficiencias en los ingenieros: habilidades de comunicación oral y escrita, en idiomas extranjeros, en el trabajo en equipo y en la resolución de problemas (Koch Svedberg, 2011:4).

En cuanto a las competencias disciplinares, la más relevante en este estudio es experiencia en la industria. En los artículos se menciona que se realizan pasantías locales junto a los estudiantes para que el docente adquiriera la competencia. Respecto de la ética, no se encuentra información explícita que la identifique como una competencia que se debe desarrollar.

En los artículos encontrados se observa un enfoque en las competencias pedagógicas, dejando a un lado las disciplinares. Lo anterior se explica porque se asume que el ingeniero conoce sus competencias en las “ciencias duras” y dejan a un lado las docentes, pues, los profesores de las universidades de ingeniería se ven a sí mismos más como ingenieros, investigadores o científicos que como profesores (Koch Svedberg, 2011:15).

Discusión de resultados

Se analizaron 36 artículos donde se mencionan las competencias docentes. En las bases de datos Science Direct (8 documentos), Scopus (6), Web of Science (9), Taylor (0) y Proceedings CDIO (13), en las que se buscó la información, no sobrepasaron en el filtro final de búsqueda de 15 artículos y la frecuencia de publicaciones se encuentra entre los años 2014 y 2019, en su mayoría en inglés. Con esto, se puede observar la falta de trabajos relacionados con el tema donde se especifiquen las competencias de un docente de ingeniería. También, se encuentra un enfoque en competencias pedagógicas en la mayoría de los artículos, lo que conlleva a encontrar poca bibliografía de las genéricas y disciplinares; esto se debe, muy probablemente, a que a un docente ingeniero se asume que debe tener las competencias de su ingeniería claras y bien desarrolladas.

Al categorizar las competencias, como se puede observar en la tabla 4, el resultado fue el siguiente: 9 competencias en la categoría genérica con 19 artículos relacionados, 8 en la correspondiente a competencias disciplinares con 14 textos, y 6 en la de competencias pedagógicas con 24 artículos relacionados. Pero esto no se encuentra detallado o clasificado de esta manera, es la propuesta de las autoras de este trabajo quienes lo detallan así, dado que las competencias en los artículos analizados en su mayoría se encuentran unidas o solamente se abordan las de carácter pedagógico.

En las tablas 5, 6 y 7 se realiza una breve descripción de las competencias recopilando la información de diferentes artículos. Se aclara que algunos documentos no presentan la descripción de la competencia, solo se nombra, es por lo que se dirige a otros documentos para poder encontrar una descripción adecuada en este caso. Con todo esto, se logró identificar las competencias para docentes de ingeniería en la literatura, comprobando algunas ya mapeadas (comunicación, trabajo en equipo, liderazgo, pensamiento sistémico, ética, razonamiento analítico y resolución de problemas, aprendizaje permanente, concebir, ingeniería y gestión de sistemas, diseño, implementación y operación, empatía y competencia para el mundo digital) y otras que emergen de todo el estudio realizado (planificación y orientación al resultado, gestión al cambio, orientación al usuario, personal, conocimiento de la industria, experimentación, investigación y descubrimiento del conocimiento, gestión del aula, desarrollo profesional y profesionalismo, orientación al aprendizaje y desarrollo de las personas, planificación y ejecución de una experiencia de aprendizaje).

Se logró dimensionar la falta de literatura sobre las competencias que debe poseer un profesor de manera integral y no solo en su disciplina o no solo pedagógicas. Esto se infiere por la academia con el desarrollo de las competencias hacia los estudiantes y lo que ellos deben desarrollar para salir al campo laboral. En este punto se ve la importancia de las competencias que puntualizan CDIO y ABET, puesto que estas enriquecen la indagación llevando las competencias a desarrollar tanto en los estudiantes como en los docentes, dado que son un marco general sobre las competencias básicas que debe lograr un ingeniero que tiene que enfrentarse al mundo empresarial e industrial.

Conclusiones

La categorización realizada ayudó en el estudio para clasificar, organizar y entender las diferentes competencias que tiene el docente al hacer parte de una institución educativa, no solo en el ámbito de su disciplina, sino en otras que complementan su práctica como son las competencias pedagógicas y genéricas.

Además, para el estudio se tomaron como referentes los lineamientos de CDIO y ABET, los cuales mencionan competencias que debe desarrollar el estudiantado en el contexto de la disciplina. Ambos referentes fueron clave dado que, al no encontrar literatura específica que mencionara las competencias disciplinares, se partió del hecho de que el profesorado debe tener aquellas habilidades que están formando en sus estudiantes, por tanto, con estas habilidades se logró dar una gama más amplia de aquellas enfocadas en la disciplina.

Como resultado, las competencias que debe desarrollar y tener un docente de ingeniería son nueve en la categoría genérica: ética, comunicativa, planificación y orientación al resultado, gestión al cambio, liderazgo, orientación al usuario (estudiante), aprendizaje permanente, aprendizaje personal, y trabajo en equipo. Ocho en la categoría disciplinar: diseño; implementación; concebir, ingeniería y gestión de sistemas; operación; conocimiento de la industria; pensamiento sistémico; experimentación, investigación y descubrimiento del conocimiento; y razonamiento analítico y resolución de problemas. Seis competencias en la categoría pedagógica: para el mundo digital; gestión del aula; empatía; desarrollo profesional y profesionalismo; orientación al aprendizaje y desarrollo de las personas; y planificación y ejecución de una experiencia de aprendizaje.

Limitaciones

Los artículos encontrados refieren estudios cualitativos, por lo que no se puede llevar a cabo un metaanálisis. Adicionalmente, se considera que las competencias pedagógicas son inherentes de los profesores, por lo cual se dificulta encontrar competencias ya establecidas en el área de ingeniería, teniendo solo como base la parte intrínseca de un ingeniero y no la de los docentes.

Nota

¹ En adelante, en este trabajo se empleará el masculino con el único objetivo de hacer más fluida la lectura, sin menoscabo de género.

Referencias

- ABET (2021). *Criteria for Accrediting Engineering Programs, 2021-2022*, Baltimore: ABET. Disponible en: <https://www.abet.org/accreditation/accreditation-criteria/criteria-for-accrediting-engineering-programs-2021-2022/> (consulta: 16 de noviembre de 2022)
- ABET (2022). “ABET accreditation”, *ABET (sitio web)*. Disponible en <https://www.abet.org/> (consultado: 3 de abril de 2022).
- Acosta Peña, Roxana; Tomás-Folch, Marina y Feixas, Mónica (2017). “Examining the impact of academic development in the engineering faculties in Chile. Changes in teaching philosophy and teachers’ competencies”, *Journal of Technology and Science Education*, vol. 7, núm. 2. <https://doi.org/10.3926/jotse.258>
- Alija, Teresa de Dios; García, José Manuel y Muñoz, Soraya (2015). “Diseño de un modelo de evaluación y desarrollo docente en una universidad privada”, *Revista Complutense de Educación*, vol. 28, núm. 1. http://dx.doi.org/10.5209/rev_RCED.2017.v28.n1.48718
- Barth, Matthias y Rieckmann, Marco (2011). “Academic staff development as a catalyst for curriculum change towards education for sustainable development: An output perspective”, *Journal of Cleaner Production*, vol. 26, mayo, pp. 28-36. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2011.12.011>
- Borg, Simon; Clifford, Ian y Htut, Khaing (2018). “Having an EFFECT: Professional development for teacher educators in Myanmar”, *Teaching and Teacher Education*, vol 72, mayo, pp. 75-86. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2018.02.010>
- Bueno García, Concepción; Ubieto-Artur, María-Isabel; Abadía Valle, Ana Rosa (2017). “Opinión del estudiantado de la Universidad de Zaragoza sobre las competencias docentes del profesorado universitario”, *Education in the Knowledge Society*, vol. 18, núm. 1, pp.75-100. <https://doi.org/10.14201/eks20171817599>
- Burbano, Angelica; Ledesma, Ana Judith y Ordoñez, Dayana (2021a). “Brechas en el desarrollo de competencias del profesorado en ingeniería en contraste con estándares internacionales”, ponencia presentada en el *Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería, Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería*, Cartagena, Colombia, 21-24 de septiembre. Disponible en <https://acofipapers.org/index.php/eiei/article/view/1733>
- Burbano, Angelica; Ledesma, Ana Judith y Ordoñez, Dayana (2021b). “Framework for engineering faculty competencies: The case of an engineering school in Latin America”, ponencia presentada en la *ASSE Annual Conference*, 26-29 de julio. Disponible en: https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:_uZC8TGrnAcJ:https://peer.asee.org/framework-for-engineering-faculty-competencies-the-case-of-an-engineering-school-in-latin-america.pdf+&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=co
- CDIO (2021). “CDIO Standards 2.0”, *Worldwide CDIO Initiative* (sitio web). Disponible en: <http://www.cdio.org/implementing-cdio/standards/12-cdio-standards> (consulta: 25 de abril de 2021).
- CDIO (2022). “Worldwide CDIO Initiative Standards”, *Worldwide CDIO Initiative* (sitio web). Disponible en: <http://www.cdio.org/implementing-cdio-your-institution/standards> (consulta: 16 de noviembre de 2022).

- Cheah, Sin-Moh y Singh, Mark (2011). "Sustaining CDIO capability: professional development for engineering faculty", ponencia presentada en la 7th *International CDIO Conference, Technical University of Denmark*, Copenhagen, Dinamarca, 20-23 de junio.
- Cheah, Sin-Moh y Wong, Y. (2019). "Workplace learning for faculty development to support a spiral curriculum", ponencia presentada en la 15th *International CDIO Conference, Aarhus University*, Aarhus, Dinamarca, 25-27 de junio.
- Cole, Karan A.; Barker, L. Randol; Kolodner, Ken; Williamson, Penelope; Wright, Scott M.; Kern, David E. (2004) "Faculty development in teaching skills: an intensive longitudinal model". *Academic Medicine*, vol. 79, núm. 5, pp.469-480. <https://doi.org/10.1097/00001888-200405000-00019>
- Davila, Nicole y Nunes, Ingrid (2021). "A systematic literature review and taxonomy of modern code review", *The Journal of Systems & Software*, vol. 177, julio. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2021.110951>
- Dunbar, Robin; Seery, Niall y Gordon, Santiago (2006). "Implementing CDIO principles in an undergraduate teacher education program", ponencia presentada en la 2th *International CDIO Conference, Linköping University*, Linköping, Suecia, 13-14 de junio.
- Feng, Xiangyuan; Helms-Lorenz, Michelle; Maulana, Ridwan y Jansen, Ellen P. W. A. (2021). "Dutch beginning teachers' intrinsic orientation for the profession: Measurement and consistency during the first year", *Studies in Educational Evaluation*, vol. 70, septiembre. <https://doi.org/10.1016/j.stueduc.2021.101059>
- Fernández Batanero, José María (2020). "Tareas de orientación y aprendizajes transversales", *Innovación Educativa*, vol. 30, pp.7-20. <https://doi.org/10.15304/ie.30.7062>
- Fernández-García, Carmen-María; Rodríguez-Álvarez, Marcos y Viñuela-Hernández, María-Paulina (2021). "University students and their perception of teaching effectiveness. Effects on students' engagement", *Revista de Psicodidáctica (english dd.)*, vol. 26, núm. 1, pp.62-69. <https://doi.org/10.1016/J.PSICOE.2020.11.006>
- Galdeano-Bienzobas, Carlos y Valiente-Barderas, Antonio (2010). "Competencias en Ingeniería Química", *Educación Química*, vol. 21, núm. 3, pp. 260-264. [https://doi.org/10.1016/S0187-893X\(18\)30092-2](https://doi.org/10.1016/S0187-893X(18)30092-2)
- Gareth, Thomson y Robin, Clark (2018). "Developing staff for effective CDIO implementation", ponencia presentada en la 14th *international CDIO Conference, Kanazawa Institute of Technology*, Kanazawa, Japón, 28 de julio-2 de julio. Disponible en: <http://www.cdio.org/knowledge-library/documents/developing-staff-effective-cdio-implementation>
- Greulescu, Anca; Todorescu, Liliana-Luminita; Popescu-Mitroi, Maria-Monica y Fekete, Adela-Corina (2014). "Oral communication competence and higher technical engineering", *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, vol. 128, abril, pp. 169-174.
- Hanson, Mats y Fors, Eva (2009). "Using CDIO methodology to integrate digital competencies in teacher training", ponencia presentada en la 5th *international CDIO Conference, Singapore Polytechnic*, Singapur, 7-10 de junio. Disponible en: <http://cdio.org/files/document/file/C3.2.pdf>.

- Kim, Sharom; Raza, Mahjabeen y Seidman, Edward (2019). "Improving 21st-century teaching skills: The key to effective 21st-century learners", *Research in Comparative and International Education*, vol. 14, núm. 1, pp. 99-117 <https://doi.org/10.1177/1745499919829214>
- Kitchenham, Barbara y Charters, Stuart (2007). *Guidelines for Performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering*, Technical Report EBSE 2007-001, Keele University/Durham University.
- Kitchenham, Barbara; Brereton, O. Pearl; Budgen, David; Turner, Mark; Bailey, John y Linkman, Stephen (2009). "Systematic literature reviews in software engineering - A systematic literature review", *Information and Software Technology*, vol. 51, núm. 1, pp. 7-15. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2008.09.009>
- Koch Svedberg, Gion (2011). "Critical self-reflections on the classical teaching culture in engineering", ponencia presentada en la *7th International CDIO Conference, Technical University of Denmark*, Copenhagen, Dinamarca, 20-23 de junio.
- Leong, Helene; Singh, Mark-Nivan y Sale, Dennis (2016). "Enhancing teaching skills: A professional development framework for lecturers", ponencia presentada en la *12th International CDIO Conference, Turku University of Applied Sciences*, Turku, Finlandia, 12-16 de junio.
- Lomarak, Tepporn; Nuansai, Banha; Promden, Worrawant y Sangsila, Arunrassame (2019). "Assessment of in-service science teachers' teaching competencies in integrated STEM program", *Journal of Physics: Conference Series*, 1340 012009. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1340/1/012009>
- Malmqvist, Johan; Gunnarsson, Svante y Vigild, Martin-E. (2008). "Faculty professional competence development programs-comparing approaches from three universities", ponencia presentada en la *4th International CDIO Conference, Hoogeschool Gent, Gante*, Bélgica, 16-19 de junio.
- Mazini, Sergio Ricardo; Pontes, Wesley; Hortolani, Pedro Sergio y Scarpin, Lucas (2018). "The improvement of faculty competence and collaboration between academia and industry: A case study in the engineering courses of a brazilian", ponencia presentada en la *14th International CDIO Conference, Kanazawa Institute of Technology*, Kanazawa, Japón, 28 de junio-2 de julio.
- Ministerio de Educación Nacional de Colombia (2006). "Evaluar y promover el mejoramiento", *AlTablero*, núm. 38. Disponible en: <https://www.mineducacion.gov.co/1621/article-107321.html> (consulta: 10 de octubre de 2022).
- Mohd Zulkifli, Rafeizah; Mohammad Hussain, Mohd-Azlan; Hanapi, Zaliza; Suhairom, Nornazira y Abd Wahid, Nur Husna (2018). "Industry-specific knowledge that vocational teachers should know and be able to do to prepare a job-ready workforce", *Journal of Engineering Science and Technology*, vol. 13, núm. esp., pp. 14-22.
- Murman, Earll M.; Mcmanus, Hugh y Candido, Jacqueline P. (2007). "Enhancing faculty competency in lean thinking bodies of knowledge", ponencia presentada en la *3th International CDIO Conference, Massachusetts Institute of Technology*, Cambridge, Massachusetts, 11-14 de junio.

- Pachón de la Cruz, Álvaro (2017). *El papel del profesor de la universidad Icesi en un modelo de aprendizaje activo - Algunas ideas y reflexiones acerca de su quehacer*, Cartilla Docente, Cali: Universidad Icesi.
- Papadopoulou, Panagiota; Bhadani, Kanishk; Hulthén, Erik; Malmqvist, Johan y Edström, Kristina (2019). “CDIO faculty development course-built-in implementation”, ponencia presentada en la *15th International CDIO Conference, Aarhus University, Aarhus, Dinamarca, 25-27 de junio*.
- Pineida, Felipe Oyarzo (2011). “Competencies for the 21st Century: Integrating ICT to life, school and economical development”, *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, vol. 28, pp. 54-57. <https://doi.org/10.1016/J.SBSPRO.2011.11.011>
- Saemundsdottir, Ingunn; Theodorsdottir, Asdis-Hlokk; Malmqvist, Johan; Turenne, Sylvain y Rouvrais, Siegfried (2013). “Comparison of hiring and promotion criteria linked to teaching, educational development and professional engineering skills”, ponencia presentada en la *9th International CDIO Conference, Cambridge, Massachusetts, 9-13 de junio*.
- Sandhu, Rizwan y Hussain, Sajid (2016). “Role of faculty development forums in a virtual teaching environment: A case study of marketing research & Case Group”, *Open Praxis*, vol. 8, núm. 4, pp. 325-335. <http://dx.doi.org/10.5944openpraxis.8.4.314>
- Shankar, Shobha; Gowtham, N. y Surekha, T. P. (2020). “Faculty competency framework: Towards a better learning profession”, *Procedia Computer Science*, vol. 172, pp. 357-363. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.05.055>
- Sona, P.; Kaleeswari, K.; Revathi, B.; Johnson, Thomas y Sarala, S. (2020). “Analysis of fuzzy analytical hierarchy process for sustainable development of teaching skill factors based on engineering applications”, *Journal of Green Engineering*, vol. 10, núm. 8, pp. 4376-4390.
- Terrazas-Marín, Roy Alonso (2018). “Developing non-formal education competences as a complement of formal education for STEM lecturers”, *Journal of Education for Teaching*, vol 44, núm. 1, pp. 118-123. <https://doi.org/10.1080/02607476.2018.1422613>
- Thomson, Gareth y Clark, Robin (2019). “Developing staff for effective CDIO implementation”, ponencia presentada en la *14th International CDIO Conference, Kanazawa Institute of Technology, Kanazawa, Japón, 28 de julio-2 de julio*.
- Tiewtoy, Sanidda; Krusong, Weeraphong y Kuptasthien, Natha (2019). “The collaboration between academia and industry for enhancing employability and faculty development”, ponencia presentada en la *15th International CDIO Conference, Aarhus University, Aarhus, Dinamarca, 25-27 de junio*.
- Toraman, Çetin y Çakmak, Melek (2020). “The relationship between effective teacher characteristics and reasons for choosing teaching profession: Development of an effective teacher inventory”, *International Journal of Assessment Tools in Education*, vol. 7, núm. 3, pp. 420-435. <https://doi.org/10.21449/ijate.707272>
- Universidad Icesi (s.f.). *Diccionario de Competencias Universidad Icesi*. Disponible en: www.icesi.edu.co.

- Universidad Icesi-Dirección Administrativa y Financiera (s.f). *Diccionario de Capacidades y comportamientos*. Disponible en: www.icesi.edu.co.
- Van de Grift, Wim J. C. M; Houtveen, Thoni A. M; Van den Hurk, Henk T. G. y Terpstra, Oscar (2019). "Measuring teaching skills in elementary education using the Rasch model", *School Effectiveness and School Improvement*, vol. 30, núm. 4, <https://doi.org/10.1080/09243453.2019.1577743>
- Waychal, Pradeep (2017). "Examining the effect of goal clarity on faculty performance", *European Journal of Engineering Education*, vol. 43, núm. 4. <https://doi.org/10.1080/103043797.2017.1352565>
- Yu, Ji Hyun; Luo, Yi; Sun, Yan y Strobel, Johannes (2012). "A conceptual K-6 teacher competency model for teaching engineering", *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, vol. 56, pp. 243-252. <https://doi.org/10.1016/J.SBSPRO.2012.09.651>

Artículo recibido: 14 de diciembre de 2022

Dictaminado: 5 de septiembre de 2023

Segunda versión: 2 de octubre de 2023

Aceptado: 8 de noviembre de 2023