



BRECHAS EN EL DESARROLLO DE COMPETENCIAS DEL PROFESORADO EN INGENIERÍA EN CONTRASTE CON ESTÁNDARES INTERNACIONALES

Angélica Burbano Collazos, Ana Judith Ledesma Arango, Dayana Alexandra Ordóñez Ibarra

**Universidad Icesi
Cali, Colombia**

Resumen

En el campo de la ingeniería hace ya un par de décadas se han formalizado a nivel internacional organizaciones que promueven estándares en competencias y resultados de aprendizaje en ingeniería que debe demostrar todo estudiante al culminar su proceso de formación, es así como en el año 2000 se constituye la iniciativa CDIO – concebir, diseñar, implementar y operar como uno de los principales referentes en el establecimiento de competencias específicas, genéricas y propias de la ingeniería. Estas competencias han sido consolidadas en los Syllabus CDIO cuatro grupos de competencias, a saber: 1. Conocimiento y razonamiento disciplinario, 2. Habilidades y aptitudes personales y profesionales, 3. Habilidades interpersonales: trabajo en equipo y comunicación, 4. Habilidades para concebir, diseñar, implementar y operar sistemas en el contexto empresarial, social y medioambiental. De otra parte, está el modelo de acreditación ABET el cual establece siete resultados de aprendizaje que debe desarrollar el estudiante a lo largo del currículo, de tal manera que se garantice el éxito al momento de su inserción en el mundo laboral.

En particular el modelo CDIO ha sido adoptado en los procesos de diseño curricular y de gestión de más de 120 escuelas de ingeniería en el mundo en las cuales se han identificado algunas limitaciones al momento de su implementación por parte de los profesores de la disciplina, principalmente en la competencia del ciclo concebir, diseñar, implementar, operar. Se espera que el profesor demuestre también capacidad en las competencias que plantea el modelo, específicamente los estándares 9 y 10 del CDIO abordan el tema de formación del profesorado para la adquisición de dichas competencias y la capacidad de transmitirlas. Anima por tanto esta

investigación tener una primera aproximación a la brecha existente entre las competencias actuales del profesorado de las facultades de ingeniería en la ciudad de Cali - Colombia en contraste con los hallazgos de la literatura en el desarrollo de competencias para profesores de ingeniería. Este artículo consolida de manera breve los resultados obtenidos después de aplicar una encuesta de percepción respecto al desarrollo y logro de competencias docentes a un grupo de profesores de las facultades de ingeniería de la Universidad Icesi - Cali y la brecha existente con lo expuesto en la literatura con el objeto de construir a mediano plazo un conjunto de competencias del profesorado en ingeniería que permita generar acciones para su desarrollo y evaluación.

Palabras clave: competencias en ingeniería; desarrollo del profesorado; educación en ingeniería; estándar CDIO

Abstract

In the field of engineering, a couple of decades ago, organizations have been formalized at the international level that promote standards in competencies and learning outcomes in engineering that every student must demonstrate at the end of their formative process. Thus, in the year 2000, the CDIO initiative - conceive, design, implement and operate - was established as one of the main references in the establishment of specific, generic and particular competencies in engineering. These competencies have been consolidated in the CDIO Syllabus into four groups of competencies, as follows: 1. disciplinary knowledge and reasoning, 2. personal and professional skills and attributes, 3. interpersonal skills: teamwork and communication, 4. skills to conceive, design, implement and operate systems in the Enterprise, societal and environmental context – the innovation process. On the other hand, there is the ABET accreditation model, which establishes seven learning outcomes that students must develop throughout the curriculum, in order to guarantee success at the time of their insertion into the labor market.

In particular, the CDIO model has been adopted in the curricular design and management processes of more than 120 engineering schools in the world, where some limitations have been identified at the time of its implementation by the faculty of the discipline, mainly in the competency of the cycle conceive, design, implement, operate. It is expected that the teacher also demonstrates capacity in the competencies that the model raises, specifically standards 9 and 10 of the CDIO approach the issue of teacher training for the acquisition of these competencies and the ability to teach them. Therefore, this research encourages to have a first approximation to the existing gap between the current competencies of the faculty of engineering schools in the city of Cali - Colombia in contrast with the findings of the literature on the development of competencies for engineering faculty. This article briefly consolidates the results obtained after applying a survey of perception regarding the development and achievement of teaching competencies to a group of professors of the engineering schools of the Universidad Icesi - Cali and the existing gap with what is exposed in the literature in order to build a set of competencies of engineering professors that allows to generate actions for their development and evaluation.

Keywords: engineering competencies; faculty development; engineering education; CDIO standard



1. Introducción

En los últimos años, la Facultad de Ingeniería de la Universidad Icesi ha venido trabajando en el diseño de planes de estudio y prácticas de enseñanza-aprendizaje-formación que incorporan estándares internacionales basados en el desarrollo de competencias y resultados de aprendizaje (CDIO, ABET). Estos últimos enuncian necesidades específicas de formación del ingeniero en un contexto lo más cercano posible a la práctica profesional real. Lo anterior exige la adquisición de conocimientos, habilidades y actitudes a lo largo del proceso formativo del estudiante, para lo cual se deben garantizar los escenarios que permitan satisfacer estas demandas, así como el personal docente cualificado y calificado para impartir los procesos de enseñanza y evaluación requeridos en este contexto. Por lo tanto, es necesario conocer si los docentes cuentan con las competencias que las diferentes literaturas mencionan para poder cumplir con lo requerido por el entorno laboral y educativo.

Al realizar la investigación, se tiene un panorama del estado actual de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Icesi para encontrar aspectos del desarrollo docente que aún no se han afianzado. Así mismo, la necesidad de formación avanzada del profesorado universitario responde a los retos asociados a los cambios actuales en la formación de los estudiantes y ayuda al mejoramiento continuo de la Facultad de Ingeniería de la Universidad (*CDIO Standards 2.0 | Worldwide CDIO Initiative*, n.d.)(Shankar et al., 2020). El desarrollo del profesorado debe entenderse como las competencias de los gestores universitarios y del personal docente que incluyen no sólo las habilidades de enseñanza y evaluación, sino también la capacidad de desarrollar y ejecutar una estrategia de modernización coherente de los programas educativos de acuerdo con los fines de la universidad (A. Chuchalin et al., 2015).

2. Contexto General

El profesor competente posee habilidades relacionadas con el ser, el hacer y el saber (Carvalho et al., 2018). Las competencias actualmente importantes del profesorado incluyen no sólo las habilidades de enseñanza y evaluación, sino también la capacidad de desarrollar y ejecutar una estrategia de modernización coherente de los programas educativos de acuerdo con los objetivos de la universidad (A. Chuchalin et al., 2015). La iniciativa CDIO define un marco educativo innovador para la enseñanza de la ingeniería. Por ello, las principales investigaciones en el ámbito de las competencias de los ingenieros se llevan a cabo bajo el modelo CDIO (*Proceedings of the International CDIO Conference | Worldwide CDIO Initiative*, n.d.)(Bozkurt Altan & Ercan, 2016). Los estudios anteriores sobre las competencias del profesorado se basan en un paradigma cualitativo, partiendo de las percepciones de los profesores y verificando las competencias para llegar a un programa de formación (A. Chuchalin et al., 2015)(A. I. Chuchalin, 2019). Por ejemplo, las universidades rusas e internacionales se centran en los estándares que permiten clasificar las características necesarias del profesorado para garantizar la calidad de la educación y, posteriormente, desarrollar modelos educativos que permitan a los profesores alcanzar estos objetivos (Alarcon Lora et al., 2017).



3. Metodología

La población para la investigación son los profesores de tiempo completo de la facultad de ingeniería de la Universidad Icesi, actualmente 41 profesores. La muestra para elegir se realiza bajo la selección no probabilística donde se seleccionaron profesores de diferentes departamentos académicos de la Facultad de Ingeniería, es así como se obtiene la respuesta de 5 de ellos. El instrumento de recolección de los datos en la investigación fue un cuestionario de forma virtual. La validez del instrumento tiene evidencia a nivel de criterios, ya que cuenta con encuestas base para validar la competencia que se verifica con los docentes (Shankar et al., 2020) (Torra Bitlloch et al., 2012). La encuesta está dividida por cuatro grandes categorías de competencias: Interpersonales, profesionales, generales y disciplinares. En cada una de las competencias docentes se realizan una serie de preguntas que ayudan a conocer si las competencias son conocidas, apropiadas, aplicadas en el aula de clase y en su función como docentes.

Para realizar el análisis de la encuesta, se usa la estadística descriptiva, dado que, las encuestas están diseñadas para que las respuestas se den en un tipo Likert, esto quiere decir que los profesores contestan por cada pregunta en qué nivel consideran que la poseen y si usan esta competencia como profesor Universitario, por ejemplo: Nada, Muy Bajo, Bajo, Medio, Alto, Muy Alto, es una escala desde el nivel más bajo (nada) al nivel más alto (Muy Alto).

4. Competencias docentes

Como se menciona anteriormente las competencias que se verifican en la encuesta se dividen en cuatro grandes categorías. La primera categoría es la interpersonal, donde se promueve el espíritu crítico, la motivación y la confianza, reconociendo la diversidad cultural y las necesidades individuales, y creando un clima de empatía y compromiso ético. Las competencias Interpersonales en este caso se dividen en Comunicativa, Trabajo en Equipo y Liderazgo. Por parte de la segunda categoría se tiene las competencias profesionales la cuales representan el conjunto de recursos, conocimientos, habilidades y actitudes para desempeñarse en cualquier entorno laboral. Esta categoría se divide en competencias de: Pensamiento Sistémico; Ética, equidad y otras responsabilidades; Experimentación, investigación y descubrimiento del conocimiento; Razonamiento analítico y resolución de problemas. La tercera categoría es las competencias docente generales que es el conjunto de recursos, conocimientos, habilidades y actitudes que se necesitan para el desarrollo de la actividad de docencia, está comprendida por las competencias metodológicas, planificación y gestión docente, innovación. La cuarta categoría es las competencias Disciplinares que hace referencia al conjunto de recursos, conocimientos, habilidades y actitudes que consideran los mínimos necesarios de cada campo disciplinar, está compuesta por las competencias de matemáticas y de ciencias básicas; Concebir, ingeniería y gestión de sistemas; Diseño; Implementación; Operación. Cabe resaltar que cada una de las categorías y competencias docente mencionadas anteriormente se fundamentan en CDIO y la literatura encontrada.



5. Resultados

Los resultados obtenidos de la aplicación del cuestionario se presentan a continuación.

El cuestionario lo responde el 20% del departamento de Ingeniería Bioquímica, 20% del departamento de Tecnologías de información y Comunicaciones (TICS), 20% del departamento de Ciencias Físicas y Tecnológicas y el 40% del departamento de Ingeniería Industrial. La experiencia en docencia que cuentan los profesores que diligenciaron la encuesta son 40% entre 5 y 10 años, 20% entre 10 y 15 años, 40% más de 15 años de experiencia en docencia.

5.1 Competencias interpersonales

En primer lugar, tenemos la competencia comunicativa de la cual el 80% de los docentes menciona que posee esta competencia (Alto y Muy Alto), solo el 20% siente que la competencia está en grado bajo (Bajo). Ahora bien, el docente usa constantemente esta competencia es decir el 100% (Medio-Muy Alto). Por el lado de la competencia de trabajo en equipo, se tiene que los docentes poseen esta competencia 20% en Medio, 60% en Alto y 20% en Muy Alto, los profesores mencionan que usan la competencia 40% en Medio, 20% en Alto y 40% muy Alto. Por último, la competencia de Liderazgo, se obtiene que el 40% de los profesores posee la competencia respondiendo en un nivel de Alto, 20% en Medio y el 40% en Bajo, la medida de uso de la competencia el 60% consideran que la usan y el 40% que la usan poco. Los resultados preliminares en esta categoría arrojan que la competencia que menos poseen y usan es el liderazgo.

5.2 Competencias profesionales

Para las competencias profesionales se tiene la competencia de pensamiento sistémico, donde la poseen 60% en un nivel Alto, el 20% en nivel Bajo y el 20% en nivel Medio, del mismo modo las usan. Por el lado de la competencia ética, equidad y otras responsabilidades, el 20% responde que la posee y usa en un nivel Muy Alto, 40% en un nivel Alto y 40% en nivel Medio. La tercera competencia en esta categoría es Experimentación, investigación y descubrimiento del conocimiento, el 60% dice que posee y usa la competencia en un nivel Alto y el 40% en nivel Muy Alto. La cuarta competencia es Razonamiento analítico y resolución de problemas, el 80% menciona que posee y da uso a la competencia completamente es decir en nivel Muy Alto y el 20% en un nivel Alto.

En esta categoría se puede evidenciar que las competencias profesionales las poseen y las usan del mismo modo, los docentes en su mayoría indican un nivel Alto y Muy Alto.

5.3 Competencias docente generales

Esta categoría tiene tres competencias, en primer lugar, está la competencia metodológica, donde el 20% de los docentes posee la competencia en un nivel Muy Alto, el 40% en Alto y el 40% en Medio, el uso que le dan a esta competencia es 60% en nivel Muy Alto y el 40% en Alto. Segundo lugar, la competencia de planificación y gestión docente, el 20% tiene completamente desarrollada la competencia, el 60% no la ha logrado poseer completamente es decir está en nivel Alto y el 20% se encuentra que posee la competencia en un nivel Medio. El uso de la competencia es del 60% en un nivel Muy Alto, el 20% en Alto y el 20% Muy Bajo. Por último, la competencia de innovación, el 40% de los profesores sienten que poseen la competencia en un nivel Alto, el 20%



en Medio y el 40% en Bajo, pero en el uso que se le da se observa que el 40% necesita en un nivel Muy Alto esta competencia, el 40% en nivel Alto y el 20% en Bajo. Por ello, se puede observar que la competencia que menos desarrollada según la percepción es la de innovación.

5.4 Competencias disciplinares

La competencia de matemáticas y ciencias básicas a la cual el 100% de los docentes menciona que posee esta competencia y la usa (Alto y Muy Alto). La segunda competencia que se preguntó fue la competencia de Concebir, ingeniería y gestión de sistemas, tan solo el 20% de los profesores sienten que la poseen en un nivel Muy Bajo esta competencia dado que no la usan constantemente. La tercera competencia es Diseño, 40% de los docentes contesta que poseen la competencia con un nivel Medio y el 60% con un nivel Alto, todo esto se da porque el uso se encuentra en 20% en Bajo, 20% en Medio, 40% en Alto y 20% en Muy Alto.

La cuarta competencia es la implementación, los docentes poseen 20% en un nivel Nada, pero se contrasta al mencionar que no la usan. El 60% la posee en un nivel Alto y el 20% en un nivel Muy Alto. Por último, la competencia de operación el 40% la poseen en nivel Medio, 40% en nivel Bajo y el 20% en nivel Muy Bajo, donde el uso que le dan a la competencia es de 40% Muy Bajo, 20% Medio, 20% Alto y 20% Nada. La mayoría de los docentes sienten que poseen las competencias Disciplinarias a excepción de la competencia de operación.

5.5 Percepción de los docentes en la promoción de las competencias

A los docentes encuestados se les pregunto sobre la percepción que se tenía en la medida que la Facultad de Ingeniería y la Universidad promueven las competencias por medio de capacitaciones, charlas, correos, entre otros. La respuesta se ve que más de la mitad no siente que se promueven estas competencias para lograr el desarrollo profesoral.

Tabla 1. Percepción promoción

Nada	13%
Muy Bajo	25%
Bajo	19%
Medio	15%
Alto	24%
Muy Alto	4%

6. Conclusiones

Con la primera aproximación a la brecha que existe entre las competencias actuales del profesorado de la facultad de ingeniería de la Universidad Icesi y la literatura existente que nos muestra sobre todo competencias de ámbito general, se puede concluir que dado que los docentes de ingeniería deben poseer las competencias que se le exigen al estudiante para salir al campo laboral, se evidencia que algunos docentes sienten que dichas competencias no están totalmente desarrolladas, a pesar de que las utilicen al día a día.



Entre las competencias que se perciben débiles están: (1) Liderazgo, dentro de las competencias interpersonales. (2) Innovación dentro de las competencias docentes y (3) operación dentro de las competencias disciplinares. En las encuestas se evidencia que a pesar de que los profesores mencionan que usan la competencia, en gran parte de las respuestas la medida en que la poseen va un nivel debajo de lo que la usan, por ejemplo, se usa mucho, pero la competencia se posee en nivel bastante.

Comparando con la literatura que se puede encontrar sobre todo de las competencias generales de un docente (Torra Bitlloch et al., 2012), se observa que los docentes en su mayoría sienten que poseen estas competencias y que las usan constantemente. Ahora bien, esta es la percepción de un docente, pero esto da pie a tener una visión a corto plazo para tomar acciones para el desarrollo y evaluación de las competencias docentes especialmente el docente de Ingeniería.

7. Referencias

- Alarcon Lora, A. A., Munera Cavadias, L., & Montes Miranda, A. J. (2017). La teoría fundamentada en el marco de la investigación educativa. *Saber, Ciencia y Libertad*, 12(1), 236–245. <https://doi.org/10.18041/2382-3240/saber.2017v12n1.1475>
- Bozkurt Altan, E., & Ercan, S. (2016). STEM education program for science teachers: Perceptions and competencies. *Journal of Turkish Science Education*, 13(Specialissue), 103–117. <https://doi.org/10.12973/tused.10174a>
- Carvalho, G. D. G., Corrêa, R. O., Carvalho, H. G., Vieira, A. M. D. P., Stankowitz, R. F., & Kolotelo, J. L. G. (2018). Competencies and performance of engineering professors: Evidence from a brazilian public university. *Ingenieria e Investigacion*, 38(3), 33–41. <https://doi.org/10.15446/ING.INVESTIG.V38N3.70998>
- CDIO Standards 2.0 | Worldwide CDIO Initiative. (n.d.). Retrieved April 23, 2021, from <http://www.cdio.org/implementing-cdio/standards/12-cdio-standards#standard10>
- Chuchalin, A. I. (2019). The CDIO ++ approach to university faculty advance training for research and teaching activities. *Vysshee Obrazovanie v Rossii*, 28(5), 18–36. <https://doi.org/10.31992/0869-3617-2019-28-5-18-36>
- Chuchalin, A., Tayurskaya, M., & Malmqvist, J. (2015). Faculty development programme based on CDIO framework. *Proceedings of 2015 International Conference on Interactive Collaborative Learning, ICL 2015*, 441–447. <https://doi.org/10.1109/ICL.2015.7318070>
- *Proceedings of the International CDIO Conference | Worldwide CDIO Initiative*. (n.d.). Retrieved June 16, 2021, from <http://www.cdio.org/node/6306>
- Shankar, S., Gowtham, N., & Surekha, T. P. (2020). Faculty competency framework: Towards a better learning profession. *Procedia Computer Science*, 172, 357–363. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.05.055>
- Torra Bitlloch, I., De Corral Manuel de Villena, I., Pérez Cabrera, M. J., Pagès Costas, T., Valderrama Valles, E., Màrquez Cebrian, M. D., Sabaté Díaz, S., Solà Ysuar, P., Hernández Escolano, C., Sangrà Morer, A., Guàrdia Ortiz, L., Estebanell Minguella, M., Patiño Maso, J., González Soto, À.-P., Fandos Garrido, M., Ruiz Morillas, N., Iglesias Rodríguez, M. C., Tena Tarruella, A., & Triadó Ivern, X. (2012). Identificación de competencias docentes que orienten el desarrollo de planes de formación dirigidos a profesorado universitario. *REDU. Revista de Docencia Universitaria*, 10(2), 21. <https://doi.org/10.4995/redu.2012.6096>



Sobre los autores

- **Angélica Burbano Collazos:** Ingeniera Industrial, Especialista en Gerencia de Producción, Magister en Administración y PhD en Ingeniería con énfasis en ingeniería industrial. Jefe del departamento de ingeniería industrial de la Universidad Icesi. aburbano@icesi.edu.co
- **Ana Judith Ledesma Arango:** Ingeniera Industrial, Magíster en Administración de la Universidad del Valle. Directora de la Oficina de Mejoramiento Continuo y Acreditación Internacional de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Icesi. ajledesma@icesi.edu.co
- **Dayana Alexandra Ordóñez Ibarra:** Ingeniera Industrial, asistente de investigación y estudiante de la Maestría en el programa de Ingeniería y brinda apoyo administrativo a la oficina de Mejoramiento Continuo y Acreditación Internacional de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Icesi. daordonez@icesi.edu.co.

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.

Copyright © 2021 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)

