

Propuesta de incorporación de competencias de formación en ingeniería*

Beatriz Eugenia Grass-Ramírez¹
Universidad de San Buenaventura (Colombia)
César A. Collazos²
Universidad del Cauca (Colombia)
Carina Soledad González³
Universidad de la Laguna (España)

Recibido: enero 20 de 2017 – Revisado: febrero 15 de 2017 – Aceptado: abril 10 de 2017

Referencia norma APA: Grass-Ramírez, B. E., Collazos, C. A., & González, C. S. (2017). Propuesta de incorporación de competencias de formación en ingeniería. *Rev. Guillermo de Ockham*, 15(1), 131-138. doi: <http://dx.doi.org/10.21500/22563202.3188>

Resumen

El presente artículo presenta una propuesta a partir de un análisis sobre las competencias en ingeniería que se proponen en diferentes modelos de competencias en educación superior, tales como el modelo estadounidense *Accreditation Board for Engineering and Technology* (ABET) y el modelo de competencias establecido por El Ministerio de Educación Superior en España, y se establece una comparación con las competencias que define el Icfes para las evaluaciones Saber Pro, a partir de las evaluaciones diseñadas para medir los logros y competencias de los próximos a graduarse de los diferentes programas académicos, a través de los módulos que se diseñan de acuerdo con la profesión de ingeniería de sistemas, para identificar qué tanto se aproximan a los modelos más elaborados y conocidos en el mundo.

Palabras clave: Competencias, ingeniería, modelos de competencias.

Proposal to incorporate competencies of engineering training

Abstract

This article presents a proposal based on an analysis of the engineering competencies that are proposed in different models of competencies in higher education, such as the American model Accreditation Board for Engineering and Technology (ABET) and the competency model established by the Ministry of Education Higher education in Spain, and a comparison is made with the competences defined by Icfes for the evaluations Saber Pro, based on the evaluations designed to measure the achievements and competences of the next ones to graduate from the different academic programs, through the modules that are designed according to the engineering profession of systems, to identify how close they are to the most elaborate and known models in the world.

Keywords: Competences, engineering, competency models.

* Propuesta basada en lineamientos internacionales definidos por ABET y el Ministerio de Educación de España.

1. Universidad de San Buenaventura Grupo Lidis Cali, Colombia. E-mail: beagrass@gmail.edu.co

2. Universidad del Cauca. Grupo de Investigación IDIS. Popayán, Colombia. E-mail: ccollazo@unicauca.edu.co

3. Universidad de la Laguna. Grupo ITED. Instituto Universitario de Estudios de las Mujeres (IUEM). España Canarias, España. E-mail: cgonza@ull.edu.es

Introducción

En la actualidad, los marcos de educación en diferentes países hacen énfasis en la formación por competencias como respuesta a los modelos de evaluación y acreditación de orden internacional. Una competencia es la capacidad para llevar a cabo y usar el conocimiento, las habilidades y las actitudes integradas en el repertorio profesional de un individuo [1][2]. Las competencias pueden clasificarse como genéricas, específicas y transversales[3]. En este contexto, países como España, Francia, Australia y Estados Unidos, son vanguardistas en los modelos de formación y evaluación por competencias[4]. Pese a los esfuerzos aislados de algunos entes gubernamentales y ciertos ejercicios de universidades, en Colombia no ha logrado la adopción de este modelo como política gubernamental. Solo que algunas universidades le han apostado de manera particular a este modelo de formación y evaluación por competencias, sobre todo aquellos programas que apuntan a una acreditación internacional en la que estos modelos son el común denominador.

Colombia carece de un marco legal que defina las competencias en los programas de educación superior y tampoco se ha hecho este ejercicio como lineamiento de la ingeniería de software; ni siquiera en un nivel genérico hay definición de competencias para ingenieros. Se hacen algunos pero más de índole académico que legal. Con base en las competencias de los programas de formación en ingeniería enfocados hacia la ingeniería de software, algunos países de mayor relevancia en los procesos de educación superior han adaptado su propuesta de formación por competencias basándose en el modelo de acreditación internacional ABET (*Accreditation Board for Engineering and Technology*)[5], seguido en EE. UU y en el mundo para programas de ingeniería. En el proceso de evaluación, este modelo define las competencias o resultados que el estudiante debe adquirir antes de graduarse.

De la misma forma, el Ministerio de Educación español establece que los títulos oficiales deben tener una orientación profesional[6]. Esto es, deben proporcionar una educación de nivel universitario en la que las competencias generales básicas se integren con las competencias transversales y con las competencias profesionales específicas. Además, afirma que las competencias genéricas, transversales y específicas deben mencionarse claramente en cualquier título entregado.

El único ente gubernamental que se enfoca en la definición de competencias en Colombia es el Icfes[7], entidad especializada en diseñar y aplicar mecanismos de evaluación en la educación superior y apoyar al Ministerio

de Educación Nacional para la aplicación de exámenes de Estado, además de investigar sobre los factores que repercuten en la calidad educativa en términos generales.

Para llevar a cabo el proceso de evaluación de los egresados de las instituciones de educación superior, el Icfes crea las pruebas SaberPro en 2003 y con el paso de los años estas se han ido ajustando. Actualmente, las pruebas se aplican a cincuenta y cinco programas académicos en diferentes áreas del conocimiento, buscando con ello evaluar competencias genéricas y competencias específicas. Los lineamientos para el diseño del examen SaberPro se definieron según la política de formación por competencias del Ministerio de Educación Nacional, tanto en el nivel universitario como en los niveles tecnológico y técnico profesional. En su desarrollo han participado las comunidades académicas, las asociaciones y las redes de facultades y programas[7]. Las competencias genéricas son aquellas que todos los estudiantes deben adquirir, independientemente del énfasis de formación. Estas son: lectura crítica, razonamiento cuantitativo, comunicación escrita, inglés y competencias ciudadanas. Para las pruebas SaberPro, se han diseñado cuarenta y dos pruebas para evaluar las competencias específicas de las diferentes profesiones reconocidas en Colombia. Con base en lo anterior, para los programas de ingeniería de software se escoge la combinación de tres competencias específicas que evalúan aspectos relacionados con la disciplina para la cual se formaron: pensamiento científico matemático, formulación de proyectos de ingeniería y diseño de software[7].

Con base en el análisis hecho a los modelos de formación por competencias utilizado en Norteamérica por ABET y en Europa por el Ministerio de Educación Español, en este trabajo se plantea la incorporación de una serie de competencias genéricas para programas de educación superior[8] enfocados en la enseñanza de la ingeniería. Las competencias planteadas están basadas y adaptadas en el contexto de las temáticas abordadas en los programas de ingeniería de software en Colombia, y soportadas por los lineamientos de ABET y el Ministerio de Educación Español.

La incorporación de competencias genéricas en los programas de ingeniería de software permitirá internacionalizar los currículos, lo cual posibilita la movilidad y competitividad entre estudiantes de diversos países gracias a que se cuenta con competencias o habilidades similares u homologables. Adicionalmente, garantizar las competencias en el mercado laboral hacen más atractivos a los estudiantes en un mercado internacional, pues son fruto de necesidades del orden global y su ámbito laboral se extiende.

El documento se encuentra organizado de la siguiente manera. En la sección dos se presenta el contexto de motivación; la sección tres describe el análisis de las competencias basadas en ABET; la sección cuatro muestra la propuesta de competencias que establece el Ministerio de Educación Español, y la sección cinco propone un análisis de los tres modelos para identificar elementos comunes y elementos diferenciadores de los otros modelos. Posteriormente, se analizan las competencias establecidas por los tres modelos, se revisan las similitudes y las diferencias y en el último aparte se extraen las conclusiones relacionadas con el modelo colombiano de competencias y se proponen trabajos futuros en torno al ámbito de las competencias en ingeniería. Es este un trabajo futuro relevante con una propuesta de enfoque de género.

Contexto de motivación

La tendencia mundial de los programas académicos propone modelos de formación por competencias. Incluso los modelos de evaluación también se alinean con las competencias de acuerdo con la formación impartida. En Colombia comienza a ser relevante la formación por competencias cuando se pretende obtener acreditaciones internacionales o se busca incorporar modelos de formación de orden global.

Los modelos de evaluación actuales de educación liderados por el Icfes, evalúan actualmente por competencias sin que esto garantice el éxito de las evaluaciones cuando la gran mayoría de las instituciones de educación superior no forma en esta corriente.

Al hilo de lo anterior, se hace necesario establecer un conjunto de competencias en ingeniería[9] afines u homologables con las competencias que establecen otros países, las cuales pueden tomarse como referente. [4] Esto se plantea con el fin de hacer viables procesos de movilidad de estudiantes, de homologación de títulos y de acreditaciones internacionales de programas de ingeniería. Al buscar sobresalir por sus procesos de calidad, estos programas exploran posibilidades de acreditación internacional y no contar con una propuesta de competencias en ingeniería puede generar atrasos en los procesos de formación, causando así dificultades para los egresados que buscan incursionar en un mercado creciente y globalizado.

Análisis de competencias tomando como referencia ABET

ABET es una organización no gubernamental estadounidense que propone la evaluación de once resultados o

competencias que deben adquirir los estudiantes en todo el mundo. En los procesos de acreditación, estas competencias se evalúan en diferentes países del mundo con ABET como ente acreditador, con el fin de garantizar la formación de competencias propias de los ingenieros, así como de cualquier programa acreditado. Las competencias para ingeniería definidas por el modelo ABET son las siguientes:

- Habilidad para aplicar conocimientos de matemáticas, ciencias e ingeniería.
- Habilidad para diseñar y conducir experimentos, así mismo como analizar e interpretar datos.
- Habilidad para diseñar un sistema, componente o proceso para satisfacer las necesidades deseadas dentro de limitaciones económicas, sociales, políticas, éticas, de salud y seguridad.
- Habilidad para funcionar en equipos multidisciplinarios.
- Habilidad para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.
- Comprensión de la responsabilidad ética y profesional.
- Habilidad para comunicarse de forma efectiva.
- Amplia educación, necesaria para entender las repercusiones de la ingeniería en un contexto global, económico, ambiental y social.
- Reconocimiento de la necesidad y el desarrollo de habilidades para comprometerse al aprendizaje de por vida.
- Conocimiento de asuntos contemporáneos.
- Habilidad para usar técnicas y modernas herramientas de ingeniería necesarias para las prácticas de esta disciplina.

El modelo ABET se ha depurado hasta permitir la acreditación de programas académicos, razón por la cual se toma como referente internacional para acreditación de programas en ingeniería. Para garantizar su eficiencia, ABET recibe retroalimentación de treinta y tres diferentes sociedades, órganos académicos y de la industria en los diferentes campos de la ingeniería y acredita programas de diversos países, principalmente de Estados Unidos toda vez que en este país las universidades se posicionan en los primeros lugares de los escalafones mundiales en calidad de la educación superior.

Análisis de competencias tomando como referencia lo propuesto por el Ministerio de Educación de España

La formación proporcionada en la titulación de grado en ingeniería informática y afines, permite al egresado adquirir en distintos niveles de profundización las siguientes capacidades, competencias y destrezas, según Resolución de 8 de junio de 2009 de la Secretaría General de Universidades (BOE, 4 de agosto de 2009):[10]

- Capacidad para concebir, redactar, organizar, planificar, desarrollar y firmar proyectos en el ámbito de la ingeniería en informática, que tengan por objeto, de acuerdo con los conocimientos adquiridos según lo establecido en el apartado 5 del anexo II de la Resolución de 8 de junio de 2009 de la Secretaría General de Universidades (BOE de 4 de agosto de 2009), la concepción, el desarrollo o la explotación de sistemas, servicios y aplicaciones informáticas.
- Capacidad para dirigir las actividades objeto de los proyectos del ámbito de la informática, de acuerdo con los conocimientos adquiridos, según lo establecido en el apartado 5 del anexo II de la Resolución de 8 de junio de 2009 de la Secretaría General de Universidades (BOE de 4 de agosto de 2009).
- Capacidad para diseñar, desarrollar, evaluar y asegurar la accesibilidad, ergonomía, usabilidad y seguridad de los sistemas, servicios y aplicaciones informáticas, así como de la información que gestionan.
- Capacidad para definir, evaluar y seleccionar plataformas hardware y software para el desarrollo y la ejecución de sistemas, servicios y aplicaciones informáticas, de acuerdo con los conocimientos adquiridos según lo establecido en el apartado 5 del anexo II de la Resolución de 8 de junio de 2009 de la Secretaría General de Universidades (BOE de 4 de agosto de 2009).
- Capacidad para concebir, desarrollar y mantener sistemas, servicios y aplicaciones informáticas empleando los métodos de la ingeniería del software como instrumento para el aseguramiento de su calidad, de acuerdo con los conocimientos adquiridos según lo establecido en el apartado 5 del anexo II de la Resolución de 8 de junio de 2009 de la Secretaría General de Universidades (BOE de 4 de agosto de 2009).
- Capacidad para concebir y desarrollar sistemas o arquitecturas informáticas centralizadas o distribuidas integrando hardware, software y redes de acuerdo con

los conocimientos adquiridos según lo establecido en el apartado 5 del anexo II de la Resolución de 8 de junio de 2009 de la Secretaría General de Universidades (BOE de 4 de agosto de 2009).

- Capacidad para conocer, comprender y aplicar la legislación necesaria durante el desarrollo de la profesión de ingeniero técnico en informática y manejar especificaciones, reglamentos y normas de obligado cumplimiento.
- Conocimiento de las materias básicas y de las tecnologías, que capaciten para el aprendizaje y desarrollo de nuevos métodos y tecnologías, así como aquellas que las doten de una gran versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones.
- Capacidad para resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, autonomía y creatividad. Capacidad para saber comunicar y transmitir los conocimientos, habilidades y destrezas de la profesión de ingeniero técnico en informática.
- Conocimientos para la realización de mediciones, cálculos, valoraciones, tasaciones, peritaciones, estudios, informes, planificación de tareas y otros trabajos análogos de informática, de acuerdo con los conocimientos adquiridos según lo establecido en el apartado 5 del anexo II de la Resolución de 8 de junio de 2009 de la Secretaría General de Universidades (BOE de 4 de agosto de 2009).
- Capacidad para analizar y valorar el impacto social y medioambiental de las soluciones técnicas, comprendiendo la responsabilidad ética y profesional de la actividad del ingeniero técnico en informática.
- Conocimiento y aplicación de elementos básicos de economía y de gestión de recursos humanos, organización y planificación de proyectos, así como la legislación, regulación y normalización en el ámbito de los proyectos informáticos, de acuerdo con los conocimientos adquiridos según lo establecido en el apartado 5 del anexo II de la Resolución de 8 de junio de 2009 de la Secretaría General de Universidades (BOE de 4 de agosto de 2009).

Análisis de competencias del modelo colombiano establecidas por el Icfes, frente a los referentes anteriores

En el análisis presentado en la Tabla 1, se puede apreciar claramente que son once las competencias que define ABET para los ingenieros y el Ministerio de Educación

Español define doce, en su mayoría específicas para la ingeniería informática (se hace el ejercicio de mayor complejidad por ser demasiado específicas). Asimismo, a la luz de las competencias en ingeniería definidas por el modelo ABET, se presenta una propuesta de competencias relacionadas o homologables en los modelos español y colombiano. Tres de las once competencias definidas por ABET no tienen una competencia relacionada en el modelo colombiano: la habilidad de trabajar en equipos multidisciplinarios, el reconocimiento de la necesidad y el desarrollo de una habilidad para comprometerse al aprendizaje de por vida y el conocimiento de problemas

contemporáneos. La comparación establece que el modelo español también evidencia estas competencias no tenidas en cuenta en el conjunto de competencias de sus ingenieros en informática.

En Colombia se definen cinco competencias genéricas y tres específicas de la profesión en ingeniería de software. A continuación, se analiza cada una de las competencias planteadas por ABET frente a los modelos español y colombiano.

Competencia uno. La habilidad para aplicar conocimientos de matemáticas, ciencias e ingeniería es una

Tabla 1
Comparación de las competencias definidas por ABET, el Ministerio de Educación español y el propuesto por el Icfes

Competencias modelo ABET	Competencias clasificación española	Competencias clasificación colombiana
Habilidad para aplicar conocimientos de matemáticas, ciencias e ingeniería.	Conocimientos para hacer mediciones, cálculos, valoraciones, tasaciones, peritaciones, estudios, informes, planificación de tareas y otros trabajos análogos de informática.	Pensamiento científico, matemáticas y estadística
Habilidad para diseñar y conducir experimentos, así como analizar e interpretar datos.	Capacidad para dirigir las actividades objeto de los proyectos del ámbito de la informática.	Razonamiento cuantitativo. Lectura crítica
Habilidad para diseñar un sistema, componente o proceso para satisfacer las necesidades deseadas, dentro de limitaciones económicas, sociales, políticas, éticas, de salud y de seguridad.	Capacidad para concebir y desarrollar sistemas o arquitecturas informáticas centralizadas o distribuidas, integrando hardware, software y redes.	Formulación de proyectos de ingeniería. Diseño de software
Habilidad para funcionar en equipos multidisciplinarios.		
Habilidad para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.	Capacidad para concebir, redactar, organizar, planificar, desarrollar y firmar proyectos en el ámbito de la ingeniería en informática, que tengan por objeto la concepción, el desarrollo o la explotación de sistemas, servicios y aplicaciones informáticas.	Formulación de proyectos de ingeniería. Diseño de software
Comprensión de la responsabilidad ética y profesional.	Capacidad para analizar y valorar el impacto social y medioambiental de las soluciones técnicas, lo cual comprende la responsabilidad ética y profesional de la actividad del ingeniero técnico en informática.	Competencias ciudadanas
Habilidad para comunicarse de forma efectiva.	Capacidad para resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, autonomía y creatividad. Capacidad para comunicar y transmitir los conocimientos, habilidades y destrezas de la profesión.	Comunicación escrita. Lectura crítica. Inglés
Educación amplia para entender el impacto de la ingeniería en un contexto global, económico, ambiental y social.	Conocimiento de las materias básicas y tecnologías que capaciten para el aprendizaje y desarrollo de nuevos métodos y tecnologías, así como las que los doten de una gran versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones.	Diseño de software. Formulación de Proyectos de ingeniería
Reconocimiento de la necesidad y el desarrollo de una habilidad para comprometerse al aprendizaje de por vida.		
Conocimiento de temas contemporáneos.		
Habilidad para usar técnicas, habilidades y herramientas modernas de ingeniería necesarias para la práctica de ingeniería.	Capacidad para concebir, desarrollar y mantener sistemas, servicios y aplicaciones informáticas, empleando los métodos de la ingeniería del software como instrumento para el aseguramiento de su calidad.	Formulación de proyectos de ingeniería.

competencia que no puede compararse fácilmente con competencias de los otros dos modelos. Se hace énfasis en la aplicación de matemáticas, ciencias e ingeniería, mientras que en el modelo colombiano, uno de los módulos se define como matemática y estadística. La razón de ser de la ingeniería es la aplicación de las ciencias básicas más que el aprendizaje memorístico de la matemática. En el modelo español se enuncia una competencia que define específicamente la ejecución de cálculos y mediciones.

Competencia dos. La habilidad para diseñar y conducir experimentos, así como analizar e interpretar datos, es una competencia que debe caracterizar a los ingenieros. Podría ser similar en la referente al análisis e interpretación de datos a la competencia colombiana de análisis cuantitativo, pero no se tiene en cuenta la conducción de experimentos. En el modelo español hay una similitud importante en la competencia.

Competencia tres. La habilidad para diseñar un sistema, componente o proceso para satisfacer las necesidades dentro de las limitaciones económicas, sociales, políticas, éticas, de salud y de seguridad. Constituye la razón de ser de un ingeniero el diseño en ingeniería enmarcado en un contexto específico. El modelo colombiano considera la competencia de diseño de software, pero no considera elementos como lo expuesto en la competencia y relacionados con lo social, la seguridad y la ética; es decir, se limita al conocimiento técnico del diseño de software sin darles relevancia a los aspectos contextuales. En el marco español hay competencias que podrían homologarse en el diseño en ingeniería.

Competencia cuatro. La habilidad para funcionar en equipos multidisciplinarios no tiene en el modelo colombiano una competencia homologable, pues el trabajo en equipo no se evalúa. De igual manera sucede en el modelo español. Se incorpora la competencia relacionada con comunicación eficiente por ser un elemento relevante para garantizar el trabajo en equipo, pero no el único que posibilita el trabajo en equipos multidisciplinarios.

Competencia cinco. La habilidad para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería, podría asociarse con la formulación de proyectos de ingeniería en el modelo colombiano. Para el modelo español, la competencia tiene un alto porcentaje de similitud, incluso mayor en la especificidad de área de informática.

Competencia seis. La comprensión de la responsabilidad ética y profesional es una competencia que en Colombia podría asociarse al módulo de las competencias ciudadanas. Sin embargo, no se puede garantizar que se

aborde toda la temática relacionada con la ética profesional, pues es una competencia genérica. En el modelo español también se detalla una competencia relacionada con la ética: la capacidad para analizar y valorar la repercusión social y medioambiental de las soluciones técnicas, las cuales comprenden la responsabilidad ética y profesional de la actividad del ingeniero en informática.

Competencia siete. La habilidad para comunicarse de forma efectiva tiene homólogos en ambos modelos con los que se compara. De hecho, esta competencia es una que se evalúa en cualquier disciplina.[3] Sin embargo, en el modelo colombiano se evalúan tres competencias genéricas relacionadas con la comunicación: lectura crítica, comunicación escrita e inglés.

Competencia ocho. La amplia educación para entender el impacto de la ingeniería en un contexto global, económico, ambiental y social, es una competencia que puede homologarse con la competencia del modelo español relacionada con el conocimiento de las materias básicas y tecnologías que capaciten para el aprendizaje y desarrollo de nuevos métodos y tecnologías, así como las que les doten de una gran versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones. Sin embargo, Colombia no propone una competencia en la cual el ingeniero reflexione acerca de la realidad y su papel en la sociedad en que se desempeña.

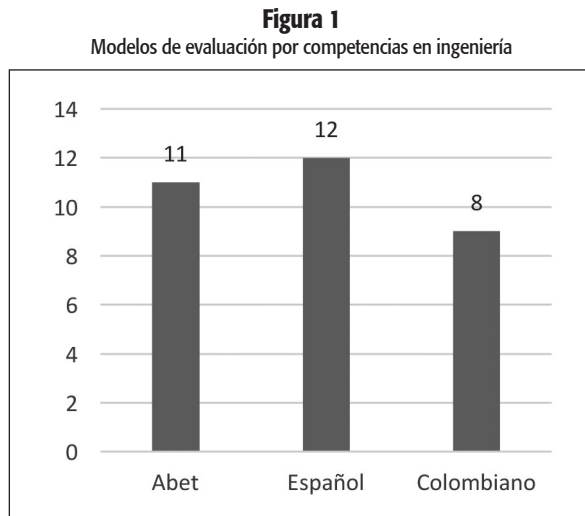
Competencia nueve. El reconocimiento de la necesidad y el desarrollo de una habilidad para comprometerse al aprendizaje de por vida es una competencia que no se considera en el modelo colombiano ni en el modelo español. En las profesiones en ingeniería es una habilidad de gran relevancia por los cambios permanentes en herramientas y tecnología.

Competencia diez. El conocimiento de problemas contemporáneos es una competencia que el modelo colombiano podría abordar a partir del módulo de lectura crítica, pero el poco desarrollo del hábito de la lectura no garantiza una visión crítica definida por el modelo y menos en relación con lo que las lecturas hacen en asuntos relacionados con la actualidad. El modelo español no propone una competencia similar.

Competencia once. La habilidad para usar técnicas, destrezas y herramientas modernas de ingeniería, necesarias para las prácticas de esta disciplina, al compararla con los otros modelos se encuentran competencias que se pueden comparar con esta. Por ejemplo, en el modelo español la competencia relacionada es la capacidad para concebir, desarrollar y mantener sistemas, servicios y aplicaciones informáticas empleando los métodos de la

ingeniería del software como instrumento para el aseguramiento de su calidad. En el modelo colombiano, la competencia relacionada es la formulación de proyectos de ingeniería, pero no se privilegia el uso de técnicas y herramientas modernas de ingeniería.

En la Figura 1 se evidencia que en número de competencias el modelo norteamericano de ABET es más robusto y ambicioso en la formación de ingenieros. Once competencias son evaluadas por ABET, mientras que en Colombia se evalúan ocho que incluso en su redacción resultan muy generales y ambiguas. ABET propone un 27 % más de competencias en la educación superior, con el fin de desarrollar mayores niveles de competitividad en el egresado. Por otra parte, frente al modelo español ABET contempla un 10 % más de competencias enfocadas en la formación de ingenieros, a pesar de que el modelo español está compuesto por doce competencias.



- Las competencias para el modelo colombiano deberían construirse en términos más específicos de la ingeniería.
- La competencia que en el modelo colombiano se denomina competencias ciudadanas debería ser planteada en términos de la función social del ingeniero: habilidad para aplicar la ética y la responsabilidad profesional en cualquier situación.
- Las competencias del modelo colombiano, denominadas comunicación escrita, lectura crítica e inglés, deberían fusionarse en una competencia robusta que apunte a una comunicación efectiva oral o escrita en idioma nativo o en idioma universal, con el fin de consolidar una sola competencia relacionada con la comunicación.

- Las competencias del modelo colombiano denominadas razonamiento cuantitativo y pensamiento científico matemático, podrían ampliarse en términos no solo de la competencia matemática, sino de la ingeniería y la ciencia como lo propone ABET: habilidad para aplicar conocimiento de matemáticas, ciencia e ingeniería.
- La competencia del modelo colombiano denominada pensamiento científico matemático, puede robustecerse enfocándola hacia el diseño en ingeniería. Las profesiones de ingeniería en su núcleo, promueven la competencia relacionada con el diseño de modelos, aplicando técnicas, modelos y metodologías que garanticen la efectividad del diseño.
- La competencia del modelo colombiano denominada formulación de proyectos de ingeniería, debería abarcar no solo la competencia en formulación, sino también en la ejecución y evaluación de proyectos de ingeniería.
- La competencia de ABET relacionada con el trabajo en equipos multidisciplinarios, se considera de gran relevancia y debe ser incluida en el modelo colombiano si se tiene en cuenta que forma parte del día a día de los ingenieros y que estudios relacionados con la profesión del ingeniero de software desarrollados por Fedesoft, definen el trabajo en equipo como de gran importancia.
- Una última competencia propuesta para el modelo colombiano es la habilidad de conocer el contexto de manera amplia, para diseñar soluciones acordes con la realidad

Conclusiones y trabajos futuros

Algunas competencias definidas por ABET no tienen similitudes con algunas de las definidas por Colombia. Esto se traduce en que los programas colombianos que quieran acreditarse con ABET deben hacer grandes esfuerzos para demostrar la apropiación de esas competencias en sus estudiantes y egresados.

Las competencias definidas por el Ministerio de Educación español son claramente específicas para las profesiones de ingeniería informática[10]. Esto hizo el análisis más complejo, pues las competencias se traducen en el ejercicio disciplinar de la profesión y resultan muy específicas para ser comparadas con las de ingeniería de

ABET. Las competencias definidas por ABET son aplicables a cualquier área enmarcada en la ingeniería.

El modelo ABET puede asumirse como un modelo robusto que mide competencias para ingenieros que ha sido probado en su evaluación en universidades tan prestigiosas como MIT y Harvard, entre otras.[8]

Competencias que se exigen en la industria como el trabajo en equipo y la disciplina para seguir aprendiendo durante toda la vida, no se tienen en cuenta en el modelo colombiano. Estas deben ser tenidas en cuenta en la evaluación de nuestros ingenieros.

Como trabajo futuro se espera definir competencias en ingeniería en mujeres, labor interesante toda vez que las mujeres, particularmente en el área de informática, son tímidas a la hora de asumir este tipo de formación como su proyecto de vida. Promover el estudio en mujeres para ser ingenieras de software y que su formación se haga con altos niveles de motivación, es un reto importante que vale la pena asumir[11][12] y esto puede lograrse cuando se tienen claras las competencias que se deben desarrollar en ellas.

Referencias

- [1] B. García, J. Loredo, and M. Rueda, "Modelo De Evaluación De Competencias Docentes Para La Educación Media Y Superior," *Rev. Iberoam. Evaluación Educ. Vol 1, No. 3*, vol. 1, pp. 96–108, 2008.
- [2] M. Mulder, T. Weigel, and K. Collings, "El concepto de competencia en el desarrollo de la educación y formación profesional en determinados países, miembros de la UE," *Prof. Rev. Curric. y Form. del Prof.*, vol. 12, no. 3, p. 7, 2008.
- [3] P. Hercik, E. Milkova, and D. El-Hmoudova, "Language Skills Development in E-learning Language Courses," *Procedia - Soc. Behav. Sci.*, vol. 182, no. 0, pp. 653–659, 2015.
- [4] P. Koraneekij and J. Khlaisang, "Development of Learning Outcome Based E-Portfolio Model Emphasizing on Cognitive Skills in Pedagogical Blended E-Learning Environment for Undergraduate Students at Faculty of Education, Chulalongkorn University," *Procedia - Soc. Behav. Sci.*, vol. 174, pp. 805–813, 2015.
- [5] L. J. Shuman, M. Besterfield-Sacre, and J. McGourty, "The ABET 'Professional Skills' - Can They Be Taught? Can They Be Assessed?," *J. Eng. Educ.*, vol. 94, no. 1, pp. 41–55, 2005.
- [6] C. Gonzalez, S. Alayon, and J. L. Sanchez, "Applying an Enterprise Resource Planning (ERP) methodology in the engineering studies," *Proc. 2012 IEEE Glob. Eng. Educ. Conf.*, pp. 1–6, 2012.
- [7] Icfes, "Instituto Colombiano para el Fomento de la Evaluación Superior."
- [8] H. Passow, "Which ABET competencies do engineering graduates find most important in their work?," *J. Eng. Educ.*, vol. 101, no. 1, pp. 95–118, 2012.
- [9] C. Collazos, M. Yandar, A. Moreno, R. Vicari, and M. Coto, "Propuesta metodológica de apoyo a los procesos de enseñanza-aprendizaje a través de entornos ubicuos y colaborativos u-cscl," *Octavo Congr. Colomb. Comput. - 8CCC*, pp. 87–90, 2013.
- [10] B. J. Sánchez F., Ribera M., Botella P., García J., Aluja T., Navarro J., "Competencias Profesionales del Grado en Ingeniería Informática," 2008.
- [11] E. Espino and C. González, "Estudio sobre diferencias de género en las competencias y las estrategias educativas para el desarrollo del pensamiento computacional," *Rev. Educ. a Distancia.*, no. 46, pp. 1–20, 2015.
- [12] C. S. González González and F. Blanco Izquierdo, "Emociones con videojuegos: incrementando la emoción para el aprendizaje," *Educ. Knowl. Soc.*, vol. 9, no. 3, pp. 69–92, 2008.