



LA FORMACIÓN DE INGENIEROS:
UN COMPROMISO PARA EL
DESARROLLO Y LA SOSTENIBILIDAD

15 al 18
DE SEPTIEMBRE

20
20

www.acofi.edu.co/eiei2020

APRENDIZAJE POR COMPETENCIAS E INDUSTRIA 4.0, UN RETO PARA LA FORMACIÓN EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

Iván Darío Rojas Arenas, Elizabeth Jiménez Medina, José Alejandro Durango Marín, Jorge Eliécer Giraldo Martínez

**Institución Universitaria Pascual Bravo
Medellín, Colombia**

Resumen

La formación por competencias implica un cambio en los modelos de educación tradicional, en donde se daba más importancia a la cantidad de temáticas abordadas en un plan de estudios que a su pertinencia y relación con la formación integral. Formar por competencias implica darle significado a los contenidos curriculares, entendiendo que el conocimiento no se debe quedar exclusivamente en las aulas de clases, sino que debe trascender para que sirva como herramienta en el planteamiento de soluciones en las organizaciones y la sociedad en general. Lo anterior se hace más evidente en los momentos actuales, cuando se habla de la Industria 4.0 no solo como una revolución de los sistemas productivos, sino además como una nueva manera de entender las relaciones laborales, los procesos de desarrollo económico y la forma como la educación superior tiene que adaptarse para formar profesionales acordes con la realidad.

En el presente trabajo se pretende hacer una breve revisión teórica del concepto de competencia y la manera como la formación por competencias debiera ser implementada en programas académicos como la Ingeniería Industrial, de forma que dicho proceso formativo genere como resultados profesionales idóneos para competir en un mundo globalizado y marcado por la velocidad de los avances tecnológicos. Para tal efecto se lleva a cabo una revisión de los conceptos de competencia y aprendizaje por competencias y su relación con la Industria 4.0. La metodología empleada tiene un enfoque mixto, de tipo descriptiva. Para la obtención de información secundaria se recurrió a bases de datos académicas y se construyó una matriz de revisión sistemática de literatura; para la información primaria se empleó como herramienta la encuesta aplicada a 22 empresas y 9 universidades de la ciudad de Medellín. Los resultados parciales obtenidos muestran un comparativo entre la oferta educativa y las necesidades del sector productivo y social.

Palabras clave: formación por competencias; industria 4.0; educación superior

Abstract

Competency-based training implies a change in traditional education models, where more importance was given to the number of topics addressed in a curriculum than to their relevance and relation to comprehensive training. Training by competencies implies giving meaning to curricular content, understanding that knowledge should not remain exclusively in the classroom, but should transcend so that it serves as a tool for proposing solutions in organizations and society in general. This becomes more evident in the current times, when we talk about Industry 4.0 not only as a revolution of the productive systems, but also as a new way of understanding the labor relations, the processes of economic development and the way in which higher education has to adapt to train professionals according to reality.

In the present work, a brief theoretical review of the concept of competence and the way in which competence-based training should be implemented in academic programs such as Industrial Engineering is intended, so that this training process generates professional results that are suitable for competing in a globalized world marked by the speed of technological advances. For this purpose, a review of the concepts of competence and learning by competences and their relationship with Industry 4.0 is carried out. The methodology used has a mixed approach, of a descriptive type. To obtain secondary information, academic databases were used and a systematic literature review matrix was constructed; for primary information, the survey applied to 22 companies and 9 universities in the city of Medellin was used as a tool.

Keywords: competency-based training; industry 4.0; higher education

1. Introducción

El aprendizaje por competencias no es un tema nuevo para las instituciones de educación superior (IES) del país; formar por competencias se ha convertido en una bandera y en el caballo de batalla con el que las IES pretenden entregar a la sociedad profesionales integrales con la capacidad de adaptarse a los continuos cambios de un mundo en constante cambio a partir de la mediación tecnológica. La Industria 4.0 plantea para las organizaciones y las universidades grandes retos en tanto que se deben replantear los modelos de formación tradicionales enfocados en la transmisión de conocimientos teóricos por modelos en donde el aprendizaje sea significativo y pueda ponerse en práctica en contextos reales a partir del desarrollo de competencias tanto profesionales como personales.

En este sentido, el presente texto plantea un análisis del aprendizaje por competencias en programas de Ingeniería Industrial y su importancia de cara a los cambios que están teniendo tanto los sistemas productivos como los modelos económicos, sociales y educativos de cara a la llamada Industria 4.0. Así las cosas, se planteó una metodología de tipo descriptiva con enfoque mixto, haciendo uso de herramientas para recolección de información tales como la encuesta y la matriz

de revisión sistemática de literatura, con las cuales se pretendió hacer un análisis comparativo entre oferta y demanda en el tema de formación por competencias en el programa de Ingeniería Industrial en la ciudad de Medellín. En la primera parte del texto se hace una breve revisión teórica de los conceptos de competencia y aprendizaje por competencias, su relación con la Ingeniería Industrial. Posteriormente se explica el marco metodológico y se presentan unos resultados teóricos parciales; por último, se muestra una conclusión del avance del proyecto. Se hace claridad frente al hecho que esta investigación está en proceso y aún falta el análisis de la información obtenida a partir de un tratamiento estadístico. De igual forma se espera que este documento sea un insumo para futuros proyectos en temáticas relativas.

2. El concepto de competencia

La realidad empresarial en la actualidad valida en gran medida la importancia de la relación entre academia e industria; cada vez es más evidente como las organizaciones requieren de personal capacitado para asumir distintos roles y las IES se ven en la obligación de direccionar sus esfuerzos formativos hacia la preparación de estas personas (Rojas et al, 2020). En este sentido toma importancia el concepto de competencia como una forma de evaluar la pertinencia del proceso de enseñanza en las IES, de forma que se alcance una formación integral que le permita al egresado un adecuado desempeño laboral y social (Álvarez y De Prada, 2018).

Frente al concepto de competencia, Tejada et al (2016) opinan que las competencias están conformadas por dos aspectos fundamentales: procedimientos y actitudes, mientras que para Gomez et al (2018) una competencia debe ser vista como un concepto integral resultado del proceso formativo. Por otro lado, Fernández et al (2013) entienden las competencias como determinantes del comportamiento de un individuo en la medida en que permiten la utilización de habilidades y conocimientos en situaciones reales. Montes de Oca et al (2014) opinan al respecto que estas surgen a partir de la interrelación entre personas y en los procesos educativos, y se evidencian en los entornos específicos en que se dan dichas interrelaciones.

Neri y Hernández (2019) hablan de la competencia profesional como la manera en que las personas asumen sus roles en las empresas, mezclando tanto saberes como actitudes que les permiten un desempeño determinado en situaciones específicas. Rico-Reintsch (2019) asume la evaluación por competencias como un factor clave para determinar el éxito de un proceso de aprendizaje. Para Valera (2010) las competencias no solo implican conocimientos, sino también habilidades, comportamientos y actitudes, opinión que comparten Del Castillo et al (2012), quienes las definen como la integración de acciones, destrezas, habilidades y prácticas. Kachalov et al. (2015) mencionan la interdisciplinariedad de las competencias como un tema fundamental en educación superior. Larrain et al (2007) aportan a lo anterior cuando hablan de las competencias como un saber por medio del cual un individuo puede transformar su realidad a partir de la movilización del conocimiento y valores adquiridos; para Shamshina (2014), un ingeniero de este siglo además de la formación técnica propia de su campo, debe tener habilidades comunicativas, capacidad de solución de situaciones y problemáticas en contexto reales, así como disponer de una actitud hacia el mejoramiento continuo y la optimización de los recursos.

3. Aprendizaje por competencias e Industria 4.0 en Ingeniería Industrial

El aprendizaje por competencias debe propender por darle significado a lo aprendido (Arias et al, 2007), esto es, que dicho aprendizaje se valida en el momento en que es puesto en práctica (Zambrano, 2014), de manera que la brecha entre academia y sector productivo sea cada vez más corta en la medida en que los planes de estudio y estrategias pedagógicas sean pertinentes (Cuadra et al, 2018). Lo anterior explicado por el hecho que el aprendizaje por competencias es un proceso permanente, desarrollado a lo largo de la vida y está relacionado a partir de la teoría y la practica (Cayambe et al, 2018). En esta línea, Hamid et al (2017) afirman que el aprendizaje por competencias permite determinar la capacidad de un estudiante para solucionar situaciones específicas relativas a su profesión, opinión que comparten Ronquillo et al (2019), quienes además mencionan la importancia de la ética en el desempeño profesional.

Autores como Hernández et al (2015) opinan que los procesos de enseñanza en educación superior deben estar dirigidos hacia la formación por competencias, mientras que Chan et al (2017) relacionan lo anterior con las practicas pedagógicas, los contenidos curriculares y los objetivos misionales de las instituciones. Por su parte, Vera et al (2019) entiende que la universidad tiene un propósito fundamental y es el de formar personas con la capacidad de aprender continuamente. Espinosa (2018) analiza los retos que tienen las IES para facilitar la inserción laboral y social de sus egresados, además de la pertinencia de sus planes de estudio. Álvarez et al (2018) ven en el aprendizaje por competencias una forma efectiva de acercar la universidad con el entorno empresarial, lo cual se valida en las prácticas profesionales. Ruiz et al (2019) entienden que el aprendizaje por competencias debe generar un cambio de paradigma en los procesos educativos, de manera que estos se centren en el estudiante como actor principal.

Ahora bien, hablar de aprendizaje por competencias en áreas como la Ingeniería Industrial en la actualidad obliga a entender los cambios estructurales que se están dando a nivel mundial. La revolución de los sistemas productivos a partir del uso de nuevas tecnologías está cambiando la manera como se percibe el mundo desde la ingeniería, así como los modelos económicos e incluso las relaciones entre personas y organizaciones (Fernández, 2017). Esta nueva revolución industrial implica cambios radicales a nivel global (WEF, 2018) y afecta de forma directa los sistemas educativos. Esto supone un reto enorme, toda vez que se requiere la alineación de los esquemas educativas con las crecientes y exigentes demandas del sector productivo, el cual avanza de forma acelerada, de allí que para las IES deba ser un tema recurrente en su agenda la constante evaluación de sus metodologías de enseñanza y sus contenidos académicos (ANDI, 2017).

Por ejemplo, Carvajal (2017) es consciente del impacto de la Industria 4.0 en la educación, y ve relevante el pensar en el papel que deben desempeñar los ingenieros en las empresas actuales. Frente a lo anterior, Basco et al (2018) cuestionan la capacidad de las organizaciones y los países para adaptarse a los cambios producidos por la Industria 4.0, mientras que el BID afirma que los desafíos en este sentido son múltiples y complejos. Desde organizaciones como la ANDI (2017) se han hecho llamados a entender la importancia del momento histórico que se está viviendo, lo cual implica tanto oportunidades como amenazas y exhorta a las IES y las empresas a trabajar de manera conjunta en la transformación del modelo educativo a partir de estrategias encaminadas hacia la mejor formación profesional, entendiendo de esta manera el aprendizaje por

competencias como una herramienta importante para darle significancia al conocimiento adquirido en las aulas de clase. En este sentido, programas académicos como la Ingeniería Industrial deben asumir el liderazgo frente a los retos que presupone la Industria 4.0.

La educación superior en Colombia y el mundo requiere de un análisis complejo de su realidad y de la forma como se están asumiendo los nuevos paradigmas que plantea la Industria 4.0 (Rentería et al, 2019); alcanzar niveles adecuados de crecimiento y desarrollo económico requieren un direccionamiento adecuado de los modelos educativos, entendiendo el desarrollo no solo “desde arriba” sino como un fenómeno local que se relaciona con lo global (Rojas et al, 2017), y en este sentido carreras como la Ingeniería Industrial juegan un papel preponderante en la transformación de los sistemas productivos locales.

4. Metodología

Investigación de tipo descriptiva con enfoque mixto, dividida en 4 etapas:

- Revisión bibliográfica: se hizo uso de bases de datos académicas para la construcción de una matriz de revisión sistemática de literatura, la cual contenía elementos como pregunta de investigación, criterios de inclusión y exclusión, bases de datos, términos de búsqueda, evaluación de textos encontrados. Con esta información se construyó el marco teórico del proyecto.
- Diseño y validación de encuesta: con la misma se obtiene información de universidades y empresas, acerca de los procesos de formación en competencias y los requerimientos de las mismas en el sector productivo respectivamente.
- Aplicación de encuesta; la encuesta se aplicó a un total de 22 empresas, las cuales fueron seleccionadas por ser pioneras en la ciudad de Medellín en el desarrollo de procesos relativos a la Industria 4.0., y 9 universidades que ofrecen el programa de Ingeniería Industrial.
- Análisis de resultados. Etapa en proceso.

5. Resultados parciales

Si bien se precisa que la presente investigación se encuentra en la etapa de sistematización y análisis de información, lo cual incluye un tratamiento estadístico específico, se cuenta con resultados teóricos parciales relativos a aspectos generales que se resaltan de las encuestas realizadas. En este sentido, se puede resaltar que en las universidades existe una preocupación por estar al día en temas relativos a la Industria 4.0 y son conscientes del impacto de la misma en el sistema educativo; sin embargo, no todas muestran fortalezas específicas en esta temática y han intentado remediar la situación incluyendo asignaturas como programación, Internet de las cosas o Big Data, pero sin tratar de forma adecuada problemas de fondo como lo son la formación rigurosa en ciencias exactas y la elaboración de planes de estudio pertinentes con el sector productivo y la sociedad. Sumado a esto, se observa que aun los procesos de enseñanza-aprendizaje no son realmente tan significativos como se proponen, ya que aún se cuenta con

modelos tradicionales, de tipo transmisionista en donde la preocupación se centra en impartir un conocimiento contenido en micro currículos de cada asignatura, pero sin alinearse de forma adecuado con el contexto social y económico.

En cuanto a las empresas, se concluye que estas responden a las necesidades relativas a su quehacer productivo, y en este sentido demandan de las IES profesionales con competencias específicas y técnicas tales como manejo de un segundo idioma, capacidad de análisis numérico, conocimiento de lenguajes de programación y de herramientas avanzadas de ofimática, entre otras, así como competencias genéricas como liderazgo, proactividad, capacidad de trabajo en equipo y bajo presión. Así mismo se observó que dentro de las empresas encuestadas no es común que se tenga una relación estrecha y de cooperación con la academia que permita la formación de individuos con las competencias que estas requieren, lo cual agranda la brecha existente entre universidad, empresa y sociedad.

6. Conclusión

Lo más relevante por resaltar en esta primera fase del proyecto de investigación es la importancia que tiene el aprendizaje por competencias para los programas de Ingeniería Industrial tanto de la ciudad de Medellín como del país en general; la revisión teórica permitió validar lo anterior y puso de manifiesto como la relación universidad-empresa- sociedad debe estar más vigente que nunca, dado que una revolución como la que plantea la Industria 4.0 afecta no solo los sistemas productivos sino que impacta los modelos económicos. La sociedad en su conjunto y la manera como las personas se relacionan con las organizaciones y entre ellos mismo. Esto es, un cambio de paradigma que permite observar del mundo de una manera distinta, lo cual supone un reto enorme para las empresas y las IES. Lo anterior presupone que los sistemas de enseñanza en ingeniería deben ser vistos como modelos complejos, en donde interactúan múltiples variables, lo cual requiere para su análisis de una visión también compleja de estas interacciones.

7. Referencias

Artículos de revistas

- Álvarez, M. y De Prada, E. (2018). Evaluación de las competencias profesionales a través de las prácticas externas: incidencia de la creatividad. *Revista de Investigación Educativa*, 36(1), 203-219.
- Arias, L., Portilla, L. y Flórez, M. (2007). Competencias y empleabilidad. *Scientia et Technica*, 13(37), 379-392.
- Basco, A., Beliz, G., Coatz, D. y Garnero, P. (2018). *Industria 4.0, fabricando el futuro*. Banco Interamericano de Desarrollo, BID. Buenos Aires.
- Carvajal, J. (2017). La Cuarta Revolución Industrial o Industria 4.0 y su impacto en la educación superior en ingeniería en Latinoamérica y el Caribe. 15th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology: "Global Partnerships for Development and Engineering Education", 19-21 July 2017, Boca Raton FL, United States.

- Chan, M., Mena, D., Escalante, J. y Rodríguez, M. (2018). Contribución de las Prácticas Profesionales en la formación de los Estudiantes de la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Autónoma de Yucatán (México). *Formación Universitaria*, 11(1), 53-62.
- Cayambe, M., Filian., F., Arguello, L. y Rodríguez, N. (2018). Formación por competencias: reto actual de la universidad ecuatoriana. *Didasc@lia: Didáctica y Educación*, 9(1), 141-150.
- Cuadra, D., Castro, P. y Juliá, M. (2018). Three Types of Knowledge in Competency Based Professional Education: The Integration of Subjective, Professional, and Scientific Theories. *Formación universitaria*, 11(5), 19-30.
- Del Castillo, M., Nieto, K., Orozco, J., Pérez, G. y Rubio, M. (2012). Descripción de los criterios de evaluaciones de las competencias en el proceso de prácticas de los estudiantes de Ingeniería Industrial de la Universidad Libre Seccional Barranquilla. *Ingeniare*, 7(12), 47-61.
- Espinosa, M. (2018). Tendencias recientes de la vinculación universitaria con el entorno. Desafíos relacionados con una pertinencia social integral. *Revista Iberoamericana de Educación Superior*, 9(26), 110-129.
- Fernández, J. (2017). El futuro del trabajo vs. El trabajo del futuro. Implicaciones laborales de la industria 4.0. *Revista Jurídica de la Universidad de León*, núm. 4. pp. 211-213. Universidad de León.
- Fernández, F. y Duarte, J. (2013). El Aprendizaje Basado en Problemas como estrategia para el desarrollo de competencias específicas en estudiantes de ingeniería. *Revista Formación Universitaria*, 6(5), 29-38.
- Gómez, F., Lacasta, J., Martínez, V. y Rodríguez, C. (2018). Avances en el liderazgo: marco de competencias de los líderes profesionales. *Siglo Cero*, 49(4), 7-34.
- Hamid, N., Álvarez, J. y Torres, M. (2017). Propuesta metodológica para medir la pertinencia y el impacto de programas de pregrado en ingeniería. *Educación en Ingeniería*, 12(24), 97-100.
- Hernández, I., Alvarado, J. y Luna, S. (2015). Creatividad e innovación: competencias genéricas o transversales en la formación profesional. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, (44), 135-151.
- Kachalov, N., Kornienko, A., Kvesko, R., Kvesko, S. y Chaplinskaya, Y. (2015). Interdisciplinary competences and their status role in the system of higher professional education. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 206, 429 - 433.
- Larrain, A. y González, L. (2007). Formación universitaria por competencias. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/275275474_Formacion_universitaria_por_competencias_2007-16
- Montes de Oca, N. y Machado, E. (2014). Formación y desarrollo de competencias en la educación superior cubana. *Humanidades Médicas*, 14(1), 145-159.
- Neri, J. y Hernández, C. (2019). Competencias clave en el ámbito laboral- Análisis de la percepción estudiantil del área de ingeniería. *Remai*, 5(1), 30-39.
- Renteria, J., Hincapié, E., Hincapié, S. y Rojas, I. (2019). Coordinadas curriculares para la educación superior en Colombia: Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), Industria 4.0 y grupos educativos. En E, Serna (Ed), *REVOLUCIÓN EN LA FORMACIÓN Y LA*

CAPACITACIÓN PARA EL SIGLO XXI Edición 2 ,Vol. II (pp. 870-876). Medellín. Instituto Antioqueño de Investigación.

- Rico-Reintsch, K. I. (2019). Uso de autoevaluación docente como herramienta innovadora para el mejoramiento de las asignaturas universitarias. *Revista CEA*, 5(10), 69-81.
- Rojas, I., Vélez, Ch., Durango, J., Díaz, A. y Rodríguez, A. (2020). Percepción del proceso de formación por competencias y su relación con las prácticas empresariales: un caso de estudio. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, (60), 46-68.,
- Rojas, I, Cardona, J. y Gallego, J. (2017). Estrategias de Desarrollo Económico Local para el municipio de Girardota. (ITM, Ed.) *Revista CEA*, 3(6), 29-45.
- Ronquillo, L., Cabrera, C. y Barberán, J. (2019). Competencias profesionales: desafíos en el proceso de formación profesional. *Opuntia Brava*, 11(Especial 1), 1-12.
- Ruiz, A., Gallardo, J., Navarro, E. y Cerón, M. (2019). Project-led-education experience as a partial strategy in first years of engineering courses. *Education for Chemical Engineers*, 29, 1-8.
- Shamshina, I. (2014). Professional competences necessary for the bachelor-degree-holding engineer specialising in engineering industries. *Pacific Science Review*, 16(2), 85-88.
- Tejada, J. y Ruiz, C. (2016). Evaluación de competencias profesionales en Educación Superior: Retos e implicaciones. *Educación XX1*, 19(1), 17-38.
- Valera, R. (2010). El proceso de formación del profesional en la educación superior basado en competencias: el desafío de su calidad, en busca de una mayor integralidad de los egresados. *Civilizar*, 10(18), 117-134.
- Vera, M., Álava, S. y Basurto, G. (2019). El desempeño profesional: bases de la formación de calidad. *Opuntia Brava*, 11(1), 224-234.
- Zambrano, A. (2014). Prácticas evaluativas para la mejora de la calidad del aprendizaje: un estudio contextualizado en La Unión, Chile. (Tesis de Doctorado). Universidad Autónoma de Barcelona, España.

Fuentes electrónicas

- Asociación Nacional de Empresarios de Colombia - ANDI- (2017). Estrategia para una nueva industrialización II. Colombia, un país de oportunidades. Bogotá. <http://proyectos.andi.com.co/Libro2/Paginas/assets/docs/estrategia-para-una-nueva-industrializacion-ii.pdf>
- Banco Interamericano de Desarrollo (2018). El futuro del trabajo en América Latina y el Caribe. ¿Una gran oportunidad para la región? Disponible en: www.iadb.org/futurodeltrabajo
- World Economic Forum -WEF- (2018). Dando forma a la Cuarta Revolución Industrial. <https://www.weforum.org/es/agenda/2018/01/dando-forma-a-la-cuarta-revolucion-industrial>

Sobre los autores

- **Iván Darío Rojas Arenas:** Ingeniero Industrial, Especialista en Logística y Gerencia Educativa, Msc en Gestión de Innovación Tecnológica, Cooperación y Desarrollo Regional, Doctorando en Pensamiento Complejo. Docente IU Pascual Bravo. ivan.rojasar@pascualbravo.edu.co
- **Elizabeth Jiménez Medina:** Ingeniera Administradora, Especialista en Formulación y Evaluación de Proyectos, Magister en Gestión Tecnológica. Docente IU Pascual Bravo. e.jimenezme@pascualbravo.edu.co
- **José Alejandro Durango Marín:** Ingeniero en Productividad y Calidad, Especialista en Logística Integral, Especialista en Gerencia Educativa, MBA. Jefe de Departamento de Producción de la IU Pascual Bravo. ja.durango@pascualbravo.edu.co
- **Jorge Eliécer Giraldo Martínez:** Economista, Magister en Economía Aplicada. Consultor ECSIM. arcangel555@gmail.com

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

Copyright © 2020 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)