



2019 10 al 13 de septiembre - Cartagena de Indias, Colombia

RETOS EN LA FORMACIÓN DE INGENIEROS EN LA ERA DIGITAL

VISIÓN DE LAS COMPETENCIAS DE INGENIERÍA INDUSTRIAL EN INDUSTRIA 4.0

Marisol Valencia Cárdenas, Silvia Teresa Morales Gualdrón, Mario Gaviria Giraldo

**Universidad de Antioquia
Medellín, Colombia**

Resumen

El proceso de diseño curricular en las universidades es dinámico y exige una evaluación permanente. En dicho proceso, es imperativo considerar los retos que enfrentarán los futuros profesionales al incorporarse al mercado laboral. En el Departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad de Antioquia se realizó un proceso de transformación curricular basado en la identificación de las tendencias y el análisis del entorno, diseñando un plan de estudios que inició su implementación en el año 2010. No obstante, el rápido avance tecnológico que se ha presentado durante los últimos años y que empieza a consolidarse en las empresas llama a la reflexión sobre el impacto de la denominada "industria 4.0" o "cuarta revolución industrial" en la labor del ingeniero industrial. En este trabajo, se presenta un estudio exploratorio sobre las competencias personales y técnicas que deberían tener los ingenieros industriales para hacer frente a dichos retos; para ello, se incluyeron además de una revisión de la literatura, entrevistas a profundidad y encuestas a expertos en el tema. Algunos de los resultados evidencian que es importante que los ingenieros industriales tengan conocimientos técnicos sobre los pilares de Industria 4.0 y además que desarrollen competencias como el trabajo colaborativo, la proactividad, la innovación, el emprendimiento y la adaptación al cambio.

Palabras clave: ingeniería industrial; industria 4.0; competencias

Abstract

The curricular design process in universities is dynamic and requires a permanent evaluation. In this process, it is imperative to consider the challenges that future professionals will face when entering in the labor market. A curricular transformation process was carried out at the Department of

Industrial Engineering, University of Antioquia, based on the identification of trends and the analysis of the environment, designing a curriculum that began its implementation in 2010. However, the rapid technological advance that has been presented during the last years and that begins to consolidate in the companies calls to the reflection on of the so-called "industry 4.0" or "fourth industrial revolution" impact on the industrial engineer labor. An exploratory study is presented on the personal and technical competences that industrial engineers should have to face such challenges; to this purpose, besides a review of the literature, in-depth interviews and surveys of experts in the field, were included. Some of the results show that it is important that industrial engineers have technical knowledge about the pillars of Industry 4.0 and also that they develop skills such as collaborative work, proactivity, innovation, entrepreneurship and adaptation to change.

Keywords: industrial engineering; industry 4.0; competences.

1. Introducción

El corazón de la ingeniería industrial es el sistema de producción de bienes y servicios, sobre el cual se aplican diversas técnicas para su mejoramiento y, en definitiva, para la optimización del uso de los recursos disponibles en una organización, o incluso en un conjunto de organizaciones. Es natural, entonces, que ante los grandes cambios que presentan los sistemas de producción y logísticos, se generen cuestionamientos sobre las competencias que debe tener un profesional en ingeniería industrial.

Un ejemplo de esto, es la impresión en 3D que permite la fabricación "instantánea" de cualquier objeto, con lo cual, el levantamiento de procesos y procedimientos para la fabricación de dichos objetos al ser automáticos y estar incorporados en dichas máquinas, harían que la acción de los ingenieros industriales en este tipo de procesos no fuera tan relevante como en antaño. Es así, como los programas de ingeniería industrial del mundo se están cuestionando sobre las competencias que deben ser desarrolladas para que los futuros profesionales en esta área puedan responder a los retos de los nuevos sistemas de producción. ¿Se requieren profesionales más preparados para diseñar, proponer, componentes tecnológicos, o tendrá que reinventarse la profesión de la Ingeniería Industrial?

En este trabajo se pretende hacer un aporte en esta dirección, primero se realiza una revisión de literatura sobre la ingeniería industrial, la industria 4.0 y las competencias necesarias en este nuevo entorno desde la perspectiva de la literatura. Adicionalmente, se realizan dos estudios empíricos. El primero, permite identificar a través de entrevistas en profundidad, las competencias necesarias, las barreras para su desarrollo y las estrategias para su implementación. El segundo, hace un estudio descriptivo con 26 líderes de programas de ingeniería industrial del país, usando como medio de recolección de datos una encuesta diseñada para tal fin. Finalmente, se realiza un análisis de la información recolectada y se presentan las principales conclusiones.

2. Marco teórico

De acuerdo con el *Institute of Industrial & Systems Engineering*: “La ingeniería industrial está relacionada con el diseño, mejoramiento e instalación de sistemas integrados por personas, materiales, información, equipo y energía. Se soporta sobre conocimiento y habilidades especializadas en las ciencias matemáticas, físicas y sociales de manera conjunta con los principios y métodos de diseño y análisis de ingeniería, para especificar, precedir y evaluar los resultados que deben ser obtenidos por dichos sistemas”¹. Por ello, se considera que la labor de los ingenieros industriales es muy importante para que las empresas provean de una manera eficiente sus productos o servicios a sus clientes, logrando una optimización de recursos, y contribuyendo así al mejor desempeño empresarial y del sistema económico en general (Kádárová, Kováč, Durkáčová, & Kádár, 2014).

La cuarta revolución industrial (4RI), por su parte, hace referencia a la transformación digital de los mercados industriales. Ésta representa cambios significativos en los procesos de manufactura, logística, cadena de suministro (*Logística 4.0*), la industria química, energía (*Energía 4.0*), transporte, suministros, petróleo y gas, minería y otros segmentos, incluyendo los sectores de la salud, farmacéutico y ciudades inteligentes. Hofmann & Rüschi (2017) mencionan cuatro componentes de la Industria 4.0: Sistemas Cyber-físicos (CPS), Internet de las cosas (IoT); Internet de los servicios (IoS) y la empresa inteligente (*SF-Smart Factory*). Otros autores definen nueve pilares en industria 4.0 (Vaidya, Ambad, & Bhosle, 2018): Análisis de Big Data, Robots autónomos, simulación, integración sistemática, el Internet de las cosas industrial (IIoT), Cyber seguridad y sistemas cyber físicos, la nube, manufactura aditiva, realidad aumentada. En consecuencia, para los ingenieros industriales estas tecnologías suponen cambios importantes en la forma de analizar y gestionar los procesos. Por ejemplo, en las operaciones de la cadena de suministro, las Tecnologías de Información (Correa & Gómez, 2009), el uso de internet, la rapidez del flujo de información y la aplicación de análisis de Big Data, son han tenido una gran incidencia y, por ello atañen a la formación de profesionales (Choy et al., 2014; Ivanov, Sokolov, & Ivanova, 2016). El mayor flujo y volumen de información amerita profundizar en la formación sobre la lectura, interpretación de datos y estimaciones estadísticas (Lokers, Knapen, Janssen, van Randen, & Jansen, 2016; Wolfert, Ge, Verdouw, & Bogaardt, 2017).

Por otra parte, el Internet de las cosas (IoT) o Internet del todo (IoE, por sus siglas en inglés), por su parte, promueve una interacción constante entre las operaciones físicas y la nube del internet (Zou, Chen, Uysal, & Zheng, 2014) e involucra actividades en la empresa como un sistema con conexión, omnipresente y óptimo (Vaidya et al., 2018). Para áreas inherentes a los ingenieros industriales, como la producción y la logística, existen sensores que permiten hacer mediciones de tiempo, conteos o medir dimensiones, y pueden establecer una red de información sobre las ubicaciones geográficas de los vehículos con la carga transportada y la fecha de entrega de los productos, entre otros. Adicionalmente, el IoT promueve el crecimiento de las estrategias de gestión en la cadena de suministros, conectando el funcionamiento online con análisis de modelación y optimización, para facilitar el comercio y la llegada de productos o servicios de forma oportuna a los clientes (Choy et al., 2014; Hudák, Kianičková, & Madleňák, 2017).

¹ <https://www.iise.org/Details.aspx?id=43631> Retrieved: 1/03/2019

Es importante anotar que, no sólo son relevantes las competencias técnicas en el ingeniero industrial para enfrentar los retos de la industria 4.0, sino las competencias personales, la capacidad de trabajo en equipo, relaciones interpersonales, la innovación, el emprendimiento, comunicación, interpretación crítica, dar soluciones a problemas, y la colaboración (Amamou & Cheniti-Belcadhi, 2018).

Barreras y estrategias para el logro de nuevas competencias

Algunas estrategias empleadas por numerosos centros educativos se basan en modelos teóricos fuertemente estructurados, pero pocas prácticas académicas. Sin embargo, el mundo está cambiando en un sentido constructivista y flexible, y es importante migrar a modelos donde la competencia del saber hacer sea una estrategia cada vez más apetecida; entendiendo competencia como una “*disposición para realizar determinada acción*” (Lensing & Friedhoff, 2018).

Dentro de las estrategias que se están usando para el fomento de nuevas competencias para la industria 4.0 se encuentran: Project Based Learning, o aprendizaje basado en proyectos (Amamou & Cheniti-Belcadhi, 2018), la colaboración universidad empresa (Harun, Isa, Mohamed, & Abdullah, 2013); las empresas de aprendizaje o Learning Factories (Abele et al., 2015; Baena, Guarín, Mora, Souza, & Retat, 2017; Sackey, Bester, & Adams, 2017) y las aulas virtuales (Azmi, Kamin, & Noordin, 2018; Schuster et al., 2015).

3. Metodología

Se propone un estudio prospectivo con base en una investigación combinatoria, donde en una primera fase, se realiza una revisión de la literatura, seguido, se realizan unas entrevistas a profundidad a un grupo de expertos tanto de la academia como del sector empresarial. A partir de estos resultados, se encuentran unas categorías importantes que se incluyen en un cuestionario para expertos, indagando sobre: competencias personales, competencias técnicas frente a la industria actual, barreras observadas, y posibles estrategias para el alcance a dichas competencias y superación de barreras. Finalmente, se realiza un análisis de los resultados obtenidos.

4. Resultados

4.1. Entrevistas a profundidad

Las entrevistas a profundidad se realizaron a funcionarios del Departamento de Ingeniería industrial de la Universidad de Antioquia, el Instituto de Estudios Regionales (INER) y el Centro para la cuarta revolución Industrial de Ruta N. Los resultados obtenidos se resumen así:

Diseño y administración de grandes bases de datos es importante para numerosas empresas y el Gobierno. Los encuestados coinciden en la importancia que la existencia de amplias bases de datos en el marco de la industria 4.0 para la toma de decisiones tanto en el ámbito gubernamental como empresarial. Para el Gobierno es fundamental contar con datos de la población, en especial, grandes bases de datos con variables sociales, económicas, que faciliten

el diseño de políticas públicas. En el caso de las empresas, es importante tener datos acerca de sus clientes y su operación, de bienes o servicios. Por ello, se llega a una primera premisa de competencias para el egresado: el profesional debe tener buenas capacidades para la recopilación de las bases de datos y administración correcta de las plataformas que ello requiere, analizando bien el tipo de dato, así como con capacidad de aplicar análisis estadístico para toma de decisiones.

Conocimiento sobre los pilares más relevantes de Industria 4.0. Es importante saber algunas aplicaciones de Internet de las Cosas, especialmente, cuando se requiere que se haga uso de bases de datos (Analista INER, 2019). El dominio de Industria 4.0 puede no ser una necesidad fundamental para empresas pequeñas o medianas, pero puede serlo para las empresas de base tecnológica, algunas de las cuales son transversales.

Saber hacer. Según los entrevistados, una de las competencias más importantes es saber aplicar herramientas según el tipo de empresa. Para Ruta N, las empresas del grupo Landing, empresas de base tecnológica que funcionan en co-working, adscritas a Ruta N, exigen al menos un funcionario capacitado en Industria 4.0, que sea desarrollador. Sin embargo, en las empresas pequeñas o medianas, se requieren capacidades ofimáticas, a lo sumo, Macros y Visual Basic, ya que aún no han alcanzado los niveles de las empresas de base tecnológica. En general, estos conocimientos varían según el tipo de empresa.

Ser propositivo y proactivo frente a nuevos programas, nuevos desarrollos, y tener buenas relaciones interpersonales. El profesional debe tener además competencias de buen trabajo en equipo, ser colaborativo, proactivo, y capacidad de aprendizaje autónomo, para algunos desarrollos innovadores que se solicitan. El profesional no debería repetir en letra pegada todo el discurso enseñado en clases, sino, proponer de forma activa nuevos esquemas o nuevas estructuras de programación y desarrollo, diseñar estrategias, aportar ideas, sin entorpecer el trabajo de otros, o creyendo que su conocimiento es superior.

Segunda lengua: inglés. Muchos desarrollos de las empresas de base tecnológica adscritas a Ruta N, tienen instrucciones en inglés, así como manuales y cursos necesarios para realizar mejoras o propuestas innovadoras. Además de ello, existen nuevos clientes que pueden hablar inglés como único lenguaje, y que el profesional debe contactar.

Una de las barreras para la implementación de nuevas competencias es que los currículos son muy teóricos, poco prácticos. En general, hay poca flexibilidad, ya que hay rigidez frente a los contenidos, o se enseña a repetir y no a innovar o crear nuevos proyectos.

La falta de capacidad y conocimiento en Industria 4.0 de algunas empresas pequeñas o medianas es una de las barreras. Muchas empresas pequeñas o medianas aún basan sus operaciones en medios tradicionales, como Excel y correo electrónico, ya que no tienen muchas capacidades digitales, pero la entrada de otras empresas con dichos conocimientos, exigen su actualización, por la competitividad y manejo eficiente de los datos.

Otra barrera es la falta de acceso a programas educativos en algunas regiones. Para el funcionario del INER, quien trabaja en formulación de políticas públicas sociales, existen

regiones marginales a las cuales no llega una alternativa de educación superior. Si ésta fuera virtual habría más cercanía al conocimiento para territorios marginales, y más oportunidades para entrar en la era digital. De forma similar, en Ruta N sostienen que existen espacios como Coursera, para formación autónoma online, con acceso para todos, son importantes en la entrada a la cuarta revolución industrial.

Alternativas para el cambio: estrategias didácticas basadas en la solución de retos o problemas según el núcleo de formación. “El Instituto Tecnológico de Monterrey tiene una metodología de aprendizaje activo, mediante prácticas o solución de problemas reales. El estudiante elige una línea de aplicación real que desee, luego de resolver problemas de su núcleo básico. Otra estrategia es crear alianzas con empresas”. Otro ejemplo: “Empresas con E-data, Inova Camp, otro es el caso del programa de Ingeniería Mecánica de la Universidad Pontificia Bolivariana está buscando alianzas con empresas de formación en programación” (Pérez, 2019).

Alternativas para el cambio: la inversión en software, de capacitación de nuevos conocimientos y de alternativas frente al diseño de analítica de Big Data. Dicha inversión amerita repensar en la estructura de la universidad, en el tipo de software y el conocimiento. La analítica de datos exige además que se dominen estrategias de predicción, de pronósticos, de estructuras de agrupaciones y clasificaciones.

4.2. Definición de categorías

Tanto la revisión documental, como las entrevistas a profundidad con expertos, permitieron la definición de categorías relevantes para esta investigación frente al cambio asociado con Industria 4.0. Estas categorías fueron incorporadas en un instrumento de encuesta que fue aplicado a un panel de expertos, que comprende competencias personales y técnicas, asociadas con las exigencias de la industria de hoy (ver tabla 1), así como las barreras frente al cambio, y posibles estrategias para lograrlo.

Tabla 1. Análisis de Barreras, competencias y estrategias de fortalecimiento.

Competencias a fortalecer	Barreras frente al cambio.	Estrategias para el logro del cambio.
Competencias personales		
Comunicación asertiva.	Poca interacción entre los estudiantes, entre los docentes y entre ambos actores.	Generación de prácticas de trabajo en equipo y liderazgo en grupos
Comprensión del funcionamiento y usos. Interacción en caso de poder ejecutar labores por medio de tecnologías.	Falta de conocimiento frente a tecnología.	Capacitar en comprensión, y en algunos casos, uso de tecnologías.
Esquemas de trabajos colaborativos y análisis de efectos de su utilización.	Falta de colaboración entre colegas docentes.	Apertura frente a la colaboración.
Facilidad de solución de problemas.	Falta de conocimiento frente a la formulación de problemas investigativos.	Formulación de proyectos de investigación. Elaboración y análisis de estados del arte.

Habilidad para explorar estados del arte en materia específica. Lectoescritura en español, inglés. Argumentación escrita.	En docentes, falta interés para motivar la investigación formativa.	Estrategias organizacionales. Propuestas de transformación curricular.
Competencias técnicas frente a la industria de hoy		
Habilidades en manejo de TICS, análisis de datos, Big Data Análisis. Conocimientos en modelación, predicción y optimización.	Exigencias de los retos mundiales.	Aulas para prácticas, como empresas de aprendizaje a escala. Aprendizaje basado en proyectos presenciales o virtuales.
Pensamiento crítico, relaciones interpersonales.	Falta de integración entre universidad empresa estado. Falta de cultura ciudadana Modelos pedagógicos acordes con el entorno y con más flexibilidad.	Estudios de casos, con información proporcionada por la empresa, para procesos de enseñanza. Solución de retos y proyectos de docentes.
Conocimientos en IoT, IA.	Falta preparación de docentes.	Cursos autónomos.

Fuente: elaboración propia.

3.3. Resultados de las encuestas

Las encuestas se realizaron a 26 expertos, docentes, coordinadores o directores de programas de Ingeniería industrial en Colombia, quienes completaron el formato enviado a través de la plataforma de google docs. Los participantes en el estudio tienen una experiencia total que oscila entre 14 y 20 años; y su experiencia como docentes varía entre 8 y 14 años en promedio. Las percepciones de los expertos sobre las competencias que las empresas requieren de los ingenieros industriales sobre los retos de industria actual (Figura 1) muestran la necesidad de mejorar el dominio de técnicas de optimización (80,8%), lo cual es inherente a la analítica de datos; se afirma en alto nivel, que debe dominar procesos de innovación (80,8%), debe tener conocimientos en TICS y Gestión de innovación (73,1%).

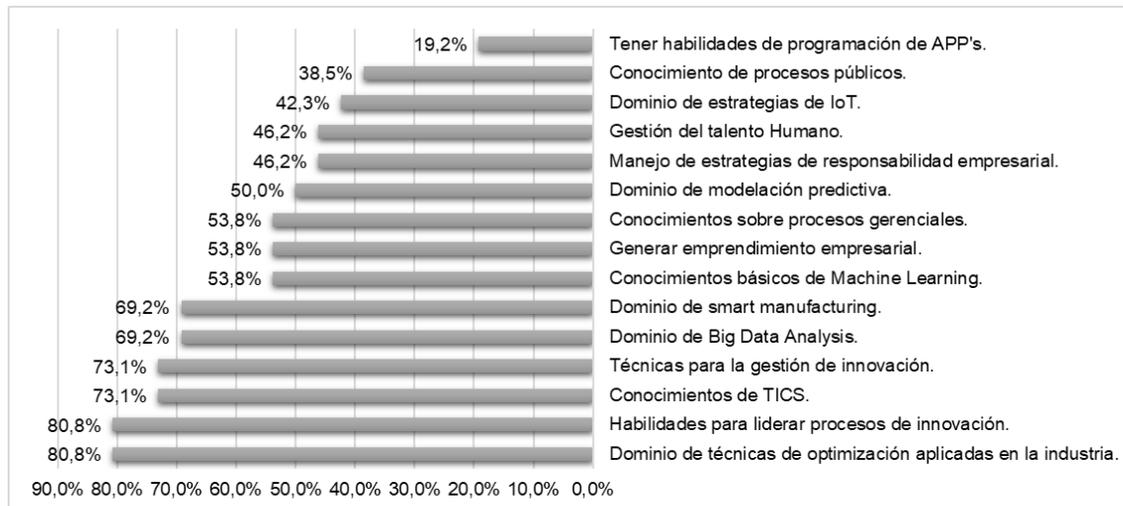


Figura 1. Competencias del Ingeniero Industrial

Por otro lado, dentro de las habilidades personales más señaladas como necesarias se encuentran la habilidad de trabajo en equipo (92.3%), las relaciones interpersonales (88.5%), la comunicación asertiva (88.5%), dominio del idioma inglés (77%). Adicionalmente se encuentran: las habilidades gerenciales (61%), la lectoescritura (61%), la habilidad interpretativa (58%), la operatividad

estadística (58%). Al final de la escala, se tienen: la sensibilidad social (50%), conocimientos logísticos (50%), habilidad expositiva (42%), conocimientos en sistemas (38%) y, finalmente, muchos conocimientos sobre producción (34%).

La mayoría de los expertos señalan que es importante dominar los pilares de industria 4.0. Entre las estrategias para que las Universidades logren los objetivos de mejoramiento de formación de competencias del Ingeniero Industrial (Figura 2) se encuentra: el desarrollo de estrategias de trabajo colaborativo entre las empresas y los estudiantes (89%), seguido de prácticas para trabajo en equipo (81%), estudios de caso empresarial (73.1%), fortalecer las estrategias de aprendizaje basado en proyectos (73.1%), desarrollo integral (73.1%), enseñanza de Análisis de Big Data (65.4%).

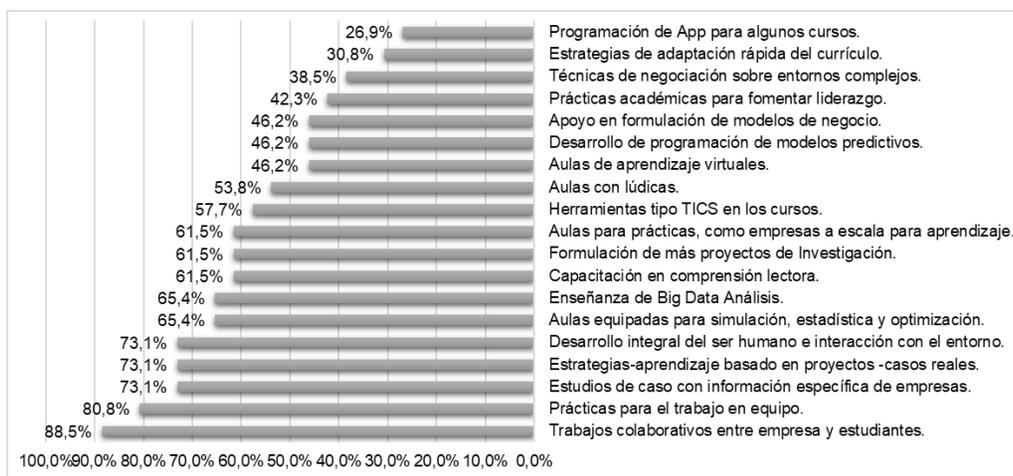


Figura 2. Estrategias para el mejoramiento de la formación de competencias

El 85% de los participantes consideran que los ingenieros industriales deben manejar varios de los pilares de Industria 4.0. Dentro de las necesidades de alto dominio señalado, están las TICS (85%), la Ciencia de los datos (81%), los modelos predictivos (77%), Smart Manufacturing (73%), Machine Learning (50%), el Internet de las cosas (46%), el uso de TICs para el comercio (39%). En menor grado, la Inteligencia Artificial (31%), el Blockchain (35%), además, según los hallazgos, y sólo estar enterado de los pilares (23%).

Barreras para el cambio en la formación

Al indagar sobre cuáles son algunas de las barreras para el desarrollo de nuevas competencias en el proceso de formación de los Ingenieros Industriales asociadas con los retos de la industria actual, la más señalada fue la falta de interacción de la Universidad con respecto a tecnologías en la industria (77%), seguida de la falta de integración entre Universidad-empresa-estado (69%), la falta de TICS en educación (65%), la falta de recursos monetarios(54%), el desconocimiento sobre la industria 4.0 de la universidad(46%), la falta de capacitación docente(46%), la falta de infraestructura digital por parte del estado(42%). Dentro de las barreras con menor valoración estuvieron: el desconocimiento sobre las capacidades industriales en la universidad (38%), la inexistencia de componentes curriculares sobre la materia (35%) y la falta de oportunidades para la práctica de los estudiantes (35%).

Al indagar qué barreras impiden el desarrollo de habilidades personales en el proceso de formación del Ingeniero Industrial, la más indicada es la existencia de modelos pedagógicos muy teóricos (69.2%), seguido de falta de compromiso en estudiantes (57.7%), así como de prácticas interactivas en currículo (54%). Dentro de las menos señaladas, los problemas de comunicación (38%), la falta de conocimiento en proyectos de investigación (38%), el desconocimiento sobre procesos educativos (26%), falta de compromiso de docentes (35%) y el desconocimiento sobre procesos colaborativos (27%).

Discusión

La presente investigación es una visión de expertos en el tema de Ingeniería Industrial para deducir si el devenir de la formación en Ingeniería Industrial debe tener cambios regulares o estructurados en todo el currículo para enfrentar el surgimiento de la industria 4.0. Los resultados muestran que existe una conciencia sobre la necesidad de realizar modificaciones en las estrategias educativas de los programas de ingeniería industrial del país, para que los futuros profesionales de ésta área adquieran habilidades frente a los pilares de Industria 4.0 más relevantes.

Es necesario que a nivel de comités de currículo se analicen los modelos pedagógicos utilizados y se alineen estrategias frente al cambio, de manera que se incorporen estrategias para el desarrollo de trabajo en equipo, proyectos basados en casos reales, donde el estudiante deba interactuar con la empresa, analizando las situaciones, o problemas que debe resolver, o los diagnósticos que deba realizar frente a éstos. Es además crucial incorporar TICS en la enseñanza constante en el aula, no sólo en materia de educación, sino las que la industria puede o podría utilizar para el cumplimiento de su misión.

En definitiva, son amplios los retos que supone la incorporación de la Industria 4.0 en el país, en cuanto a las competencias que deben formarse en los ingenieros industriales. Dentro de estas competencias se encuentran algunas que son generadas por el rápido desarrollo tecnológico, como el Big data análisis y el IoT; y otras por la necesidad de poder interactuar con los demás y volverse agentes de cambio como el trabajo en equipo, la comunicación, el emprendimiento, la proactividad y la innovación. Los gestores del currículo de los programas de formación en Ingeniería industrial deben asumir este reto con carácter urgente para formar ingenieros industriales capaces de responder a las necesidades cambiantes de la sociedad.

Referencias

- Abele, E., Metternich, J., Tisch, M., Chryssolouris, G., Sihn, W., ElMaraghy, H.,... Ranz, F. (2015). Learning factories for research, education, and training. *Procedia CIRP*, 32(Cl), 1–6.
- Amamou, S., & Cheniti-Belcadhi, L. (2018). Tutoring in Project-Based Learning. *Procedia Computer Science*, 126, 176–185.
- Azmi, A. N., Kamin, Y., & Noordin, M. K. (2018). Towards Industrial Revolution 4.0: Employers' Expectations on Fresh Engineering Graduates. *International Journal of Engineering & Technology*, 7(4.28), 267–272.
- Baena, F., Guarín, A., Mora, J., Sauza, J., & Retat, S. (2017). Learning Factory: The Path

- to Industry 4.0. *Procedia Manufacturing*, 9, 73–80.
- Choy, K. L., Gunasekaran, A., Lam, H. Y., Chow, K. H., Tsim, Y. C., Ng, T. W., ... Lu, X. A. (2014). Impact of information technology on the performance of logistics industry: The case of Hong Kong and Pearl Delta region. *Journal of the Operational Research Society*, 65(6), 904–916.
 - Correa, A., & Gómez, R. (2009). Tecnologías de la Información en la Cadena de Suministro. *DYNA*, 76(157), 37–48.
 - Harun, Z., Isa, M. D., Mohamed, Z., & Abdullah, S. (2013). The Contributions of Professional Engineers at the Institutions of Higher Learning. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 102(Ifee 2012), 221–227.
 - Hofmann, E., & Rüsçh, M. (2017). Industry 4.0 and the current status as well as future prospects on logistics. *Computers in Industry*, 89, 23–34.
 - Hudák, M., Kianičková, E., & Madleňák, R. (2017). The Importance of E-mail Marketing in E-commerce. *Procedia Engineering*, 192, 342–347.
 - Ivanov, D., Sokolov, B., & Ivanova, M. (2016). Schedule coordination in cyber-physical supply networks Industry 4.0. *IFAC-PapersOnLine*, 49(12), 839–844.
 - Kádárová, J., Kováč, J., Durkáčová, M., & Kádár, G. (2014). Education in Industrial Engineering in Slovakia. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 143, 157–162.
 - Lensing, K., & Friedhoff, J. (2018). Designing a curriculum for the Internet-of-Things-Laboratory to foster creativity and a maker mindset within varying target groups. *Procedia Manufacturing*, 23(2017), 231–236.
 - Lokers, R., Knapen, R., Janssen, S., van Randen, Y., & Jansen, J. (2016). Analysis of Big Data technologies for use in agro-environmental science. *Environmental Modelling and Software*, 84, 494–504.
 - Sackey, S. M., Bester, A., & Adams, D. (2017). Industry 4.0 learning factory didactic design parameters for industrial engineering education in South Africa. *South African Journal of Industrial Engineering*, 28(1), 114–124.
 - Schuster, K., Plumanns, L., Groß, K., Vossen, R., Richert, A., & Jeschke, S. (2015). Preparing for Industry 4.0 – Testing Collaborative Virtual Learning Environments with Students and Professional Trainers. *International Journal of Advanced Corporate Learning (IJAC)*, 8(4), 14.
 - Vaidya, S., Ambad, P., & Bhosle, S. (2018). Industry 4.0 - A Glimpse. *Procedia Manufacturing*, 20, 233–238.
 - Wolfert, S., Ge, L., Verdouw, C., & Bogaardt, M. J. (2017). Big Data in Smart Farming – A review. *Agricultural Systems*, 153, 69–80.
 - Zou, Z., Chen, Q., Uysal, I., & Zheng, L. (2014). Radio frequency identification enabled wireless sensing for intelligent food logistics. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 372(2017), 1–16.

Sobre los autores

- **Marisol Valencia Cárdenas:** Ingeniera Industrial, Magister en Estadística, Phd en Ingeniería-industria y organizaciones de la Universidad Nacional de Colombia, Sede

Medellín. Grupo de investigación INCAS, Universidad de Antioquia.
mvalencia@unal.edu.co

- **Silvia Morales Gualdrón:** Ingeniera Industrial, Ph.D en Dirección de Empresas por la Universidad de Valencia (España), Grupo de Investigación Ingeniería y Sociedad, Profesora asociada, Departamento de Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. silvia.morales@udea.edu.co
- **Mario Gaviria Giraldo:** Ingeniero Industrial de la Universidad de Antioquia, Magister en Ambientes virtuales de aprendizaje, Especialización en gerencia de la Salud Ocupacional, Especialista en Ambientes virtuales y nuevas tecnologías. Director departamento de Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad de Antioquia. malberto.gaviria@udea.edu.co

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

Copyright © 2019 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)