



REFLEXIONES SOBRE LA OPERACIONALIZACIÓN DEL DISEÑO CURRICULAR DE LA INGENIERÍA INDUSTRIAL CASO BOGOTÁ

Eduyn López Santana¹, Francy Castellanos Oviedo², Luisa Marina Gómez Torres³, Diva Rubiano⁴, José Luis Roncancio⁵, Luis Héctor Peña⁶

¹Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia; ²Universidad ECCI, Bogotá, Colombia; ³Escuela Tecnológica Instituto Técnico Central, Bogotá, Colombia; ⁴Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Bogotá, Colombia; ⁵Universidad Konrad Lorenz, Bogotá, Colombia; ⁶Consultor externo REDIN – ACOFI, Bogotá, Colombia

Resumen

La Ingeniería Industrial ha sido una de las carreras que más cambios ha tenido desde su creación en 1911. Según Charles Buxton Going, uno de los primeros autores en realizar una definición, la Ingeniería Industrial nació como “un área del conocimiento con elementos que incorporan campos y ciencias previas como ingeniería mecánica, sociología, psicología, filosofía y contabilidad que fusionadas generan una nueva y distinguible ciencia aplicada, la cual no consiste solamente en la dirección comercial o financiera, o solo en manejar plantas generadoras o maquinaria, ni solo en diseñar procesos y métodos, sino en coordinar todas estas actividades con otras en la dirección del trabajo, en actividades operacionales, usando el equipamiento proveído por otros ingenieros, arquitectos y fabricantes de maquinaria, en un ciclo de operaciones que inicia convirtiendo dinero en materias primas y mano de obra para generar un producto o servicio, el cual se revierte de nuevo en dinero con un margen bruto tras absorber costos relacionados con compras, manufactura, ventas y administración”. En primera instancia, el objetivo y el alcance de la carrera es claro, sin embargo, se ha visto a lo largo de los años la creación de programas alternos que han generado otros tipos de enfoques y que hoy hacen necesario evaluar el futuro de la Ingeniería Industrial, frente a los retos que presenta el entorno cambiante y globalizado al cuál se enfrentan los futuros profesionales. Por otro lado, el Ministerio de Educación Nacional también ha realizado diferentes ajustes a la parte normativa que le han implicado a las Instituciones de Educación Superior (IES) cambios en sus discursos sobre la institucionalidad educativa y cuestionamientos frente a qué hacer

y lo que se hace, la teoría-académica y la práctica-escuela, y por qué y para quien se hace, además de la inclusión de otros requerimientos del medio, como certificaciones nacionales e internacionales y exploración de nuevas formas de enseñanza que incorporen elementos innovadores que les permitan competir en un mercado cada vez más difícil. En conjunción, el presente documento pretende hacer un análisis sobre los cambios que ha tenido la Ingeniería Industrial, las tendencias predominantes de la profesión, de los enfoques institucionales y su normatividad y la adaptación al diseño curricular, como base para la generación de recomendaciones generales para la adaptación de estos, hacia el mejoramiento de los procesos de enseñanza – aprendizaje de la Ingeniería Industrial. Finalmente, se incluyen algunos resultados obtenidos en una encuesta semiestructurada aplicada a diferentes programas de Ingeniería industrial, con el objeto de corroborar los modelos teóricos aquí planteados respecto los resultados evidenciados por las instituciones.

Palabras clave: diseño curricular; ingeniería industrial; competencias

Abstract

Industrial Engineering has been one of the most changed careers since its creation in 1911. According to Charles Buxton Going, one of the first authors to make a definition, Industrial Engineering was born as "an area of knowledge with elements that incorporate fields and previous sciences such as mechanical engineering, sociology, psychology, philosophy and accounting that together generate a new and distinguishable applied science, which does not consist only in commercial or financial management, or only in managing generating plants or machinery, nor only in designing processes and methods, but in coordinating all these activities with others in the direction of work, in operational activities, using the equipment provided by other engineers, architects and machinery manufacturers, in a cycle of operations that begins by converting money into raw materials and labor to generate a product or service , which is again invested in money with a gross margin after absorbing costs related to purchases, manufacturing, sales and administration." In the first instance, the objective and scope of the career is clear, however, it has been seen over the years the creation of alternative programs that have generated other types of approaches and that today make it necessary to evaluate the future of Industrial Engineering, in the face of the challenges presented by the changing and globalized environment that future professionals face. On the other hand, the Ministry of National Education has also made different adjustments to the normative part that have involved the Institutions of Higher Education changes in their discourses on the educational institutes and questions regarding what to do and what is done, the theory-academic and the practice-school, and why and for whom it is done, in addition to the inclusion of other requirements of the medium, such as national and international certifications and exploration of new forms of teaching that incorporate innovative elements that allow them to compete in an increasingly difficult market. In conjunction, this document aims to make an analysis of the changes that Industrial Engineering has had, the predominant trends of the profession, of the institutional approaches and their normativity and the adaptation to the curricular design, as a basis for the generation of general recommendations for the adaptation of these, towards the improvement of the teaching-learning processes of Industrial Engineering. Finally, some results obtained in a semi-



structured survey applied to different industrial engineering programs are included, to corroborate the theoretical models proposed here regarding the results evidenced by the institutions.

Keywords: *curriculum design; industrial engineering; competencias*

1. Introducción

La gestión o diseño curricular comprende una serie de etapas estructuradas que permiten conformar el “currículo” y construir a partir de la normatividad aplicable, los modelos curriculares que se consolidan en el Proyecto Educativo Institucional - PEI y que luego se bajan a los Proyectos Educativos de los programas, a las áreas y por último a las asignaturas y funciones sustantivas; ésta estructura soporta los procesos de modernización e innovación que finalmente constituyen el pilar de éxito de los programas, en este caso de la Ingeniería Industrial.

En este sentido, se consolida como una herramienta dinámica, continua y participativa, que permite la mirada y concepción que da respuesta a unas necesidades de índole social desde la globalización, buscando entender y transmitir la lectura de necesidades de forma oportuna, de los sectores productivos y dando respuesta a la demanda laboral. Desde la perspectiva anterior, se resaltan la importancia de definir un modelo curricular que en términos generales se considera como la representación de ideas, acciones y objetos que fundamentan la construcción de un proyecto curricular.

La palabra “currículo”, viene del latín *currere*, que significa documento o guía. Se define como un plan de trabajo que permite a una institución educativa organizar el proceso de enseñanza – aprendizaje de modo sistémico y estratégico, (Universidad Distrital , 2013). Otro concepto clave ligado es el de diseño, el cual, se refiere a la estructuración y organización de fases y elementos para la solución de problemas: en este caso, el diseño curricular se entiende como el conjunto de fases y etapas que se deberán integrar en la estructuración del currículo (Díaz-Barriga, Lule González, Pacheco Pinzón, Saad Dayan, & Rojas Drummond, 1990).

Es importante resaltar, que existen elementos claros involucrados al momento de diseñar un currículo, algunos entes idóneos en la educación han establecido estos. En particular, para el siglo XXI, la Comisión Internacional sobre la Educación, presentó ante la UNESCO, (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura), un informe denominado “La educación encierra un tesoro”, en el cual se proponen y se detallan cuatro pilares para la educación; *aprender a conocer, aprender a hacer, aprender a convivir y aprender a ser*.

Otros autores, identifican los cuatro pilares como; *saber (conocimientos), saber hacer (metodologías), saber estar (interrelaciones), y ser (integridad)*. Sin embargo, los conceptos de currículo encontrados en distintas fuentes permiten recopilar otros aspectos o factores importantes como: los propósitos de la institución, el cuerpo docente, los estudiantes, Recursos físicos y humanos e Investigación. Éstos, deben ser vistos desde la metodología de diseño curricular, y tenidos en cuenta al momento de llevar a cabo este proceso.



De forma simultánea y con base en los pilares que soportan la operacionalización del currículo, se establecen los diferentes perfiles que soportan la explicación del campo profesional del futuro egresado. Esto se puede enmarcar en diferentes tipos de perfiles, como, perfil de egreso, perfil académico, perfil ocupacional o perfil profesional, que difieren en la forma de expresar el enfoque y el alcance del profesional, pero evidentemente tienen el mismo objetivo. De acuerdo a los resultados de la encuesta realizada a los directores de programa de REDIN, sobre la pregunta, ¿Tiene definido o diferenciado un perfil profesional (o de egreso) y un perfil académico? o ¿considera que es el mismo?, el 42% de las IES responden que tienen un perfil profesional y académico, el 38% de las IES tienen sólo perfil profesional, para el 17% de las IES es el mismo, es decir no tienen diferenciación por lo que tienen un solo perfil y uno de las Instituciones relaciona tener adicionalmente un perfil de Formación y un perfil de Egreso. Esto denota claramente que cada institución define la cantidad y forma de presentar sus perfiles.

Sobre los campos o áreas curriculares que los programas de Ingeniería Industrial consideran pertinentes existen diferentes versiones, una de las más actualizadas es la definida por el Institute of Industrial and Systems Engineers - IISE, que propone 14 áreas de conocimiento expresados en la Figura 1.



Figura 1. IISE Body of Knowledge Fuente: (IISE, 2020)

Con base definición de áreas del IISE, se consultó a las Instituciones de REDIN, en el diseño curricular de su programa ¿cuáles de las siguientes áreas de conocimiento se abordan o desarrollan?, de las 55 respuestas obtenidas en la consulta sobre esta pregunta (ver Figura 2), las áreas de conocimiento con mayor número de respuestas en orden son: Logística, Ingeniería y Gestión de Operaciones, Investigación y Análisis de Operaciones, Ingeniería de calidad, Ingeniería y análisis económico, Diseño y medición del trabajo, Toma de decisiones económicas / evaluación de costos.



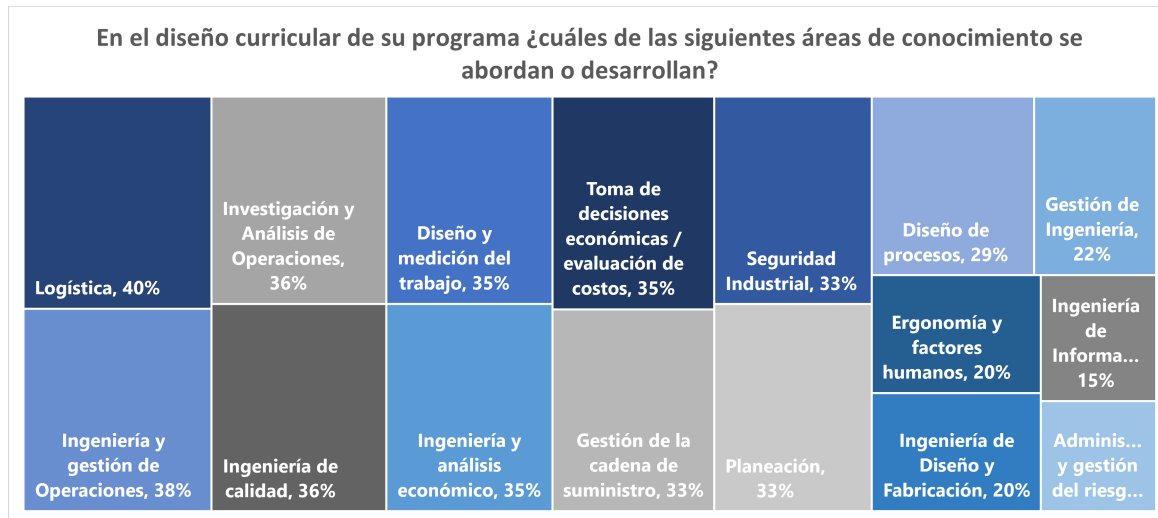


Figura 2. ¿Cuáles de las siguientes áreas de conocimiento se abordan o desarrollan? Fuente: Elaboración propia

Adicional las IES consultadas indicaron considerar otras áreas en las que se presentan temas como: Análisis de fenómenos de transformación y generación de electricidad y toma de decisiones bajo criterios de sostenibilidad, Ingeniería de Negocios, Estrategia y competitividad y Gestión del Conocimiento.

Lo anterior, permite dar cuenta de que la estructura curricular de los programas de Ingeniería Industrial busca desarrollar dimensiones analíticas y gerenciales propias del saber del ingeniero industrial, además de propiciar un ambiente de desarrollo de competencias estratégicas en los estudiantes. Aún es incipiente los desarrollos enfocados hacia la ingeniería de información y a la administración y gestión del riesgo. Los enfoques anteriores, se constituyen en una oportunidad para explorar y contextualizar nuevos sectores para los profesionales de la Ingeniería Industrial.

Una vez definidas las áreas, se continúa con la definición de asignaturas, que deben tener objetivos de aprendizajes claros evaluables, de tal forma que se permita verificar que los egresados están adquiriendo el perfil profesional diseñado. La evidencia recolectada mediante los diferentes mecanismos de evaluación que se escojan marcará las pautas de mejoramiento continuo.

2. Operacionalización curricular

La operacionalización del currículo en los programas de Ingeniería Industrial se ha convertido en la clave diferenciadora del profesional dependiendo de la oferta que realiza cada Institución y del énfasis que adaptan de acuerdo con sus intereses y mercado objetivo.

Los modelos pedagógicos antes descritos, se han caracterizado por aplicar diferentes metodologías de enseñanza aprendizaje que de forma tradicional han sido vistos como repetitivos, de recordación y centrados en la transmisión de conocimiento a través las llamadas clases magistrales, lo cual favorece la dependencia intelectual de los autores y/o docentes y limitando los procesos de creatividad, de solución de problemas y la investigación (SENA, 2003). En general, las estrategias de enseñanza aprendizaje se conciben como los procedimientos utilizados por el docente para



promover aprendizajes significativos, implicando actividades conscientes y orientadas a acciones a seguir para alcanzar determinadas metas de aprendizaje por parte del estudiante (SENA, 2003).

Con el fin de validar los cambios que se han presentado en este tema, se realizó una segunda consulta a Docentes y Estudiantes de las IES que hacen parte de REDIN, con el fin de saber, primero ¿Qué estrategias de enseñanza aprendizaje conoce?, contrastando las respuestas de estudiantes y docentes y segundo de las estrategias de enseñanza aprendizaje enfocadas en el estudiante ¿cuáles maneja? Los resultados, que se presentan en las Figuras 3 y 4, denotan que aún hoy prima como estrategia que más se conoce el método de problemas, el método de casos, el método de proyectos y en quinto lugar la “enseñanza tradicional”.

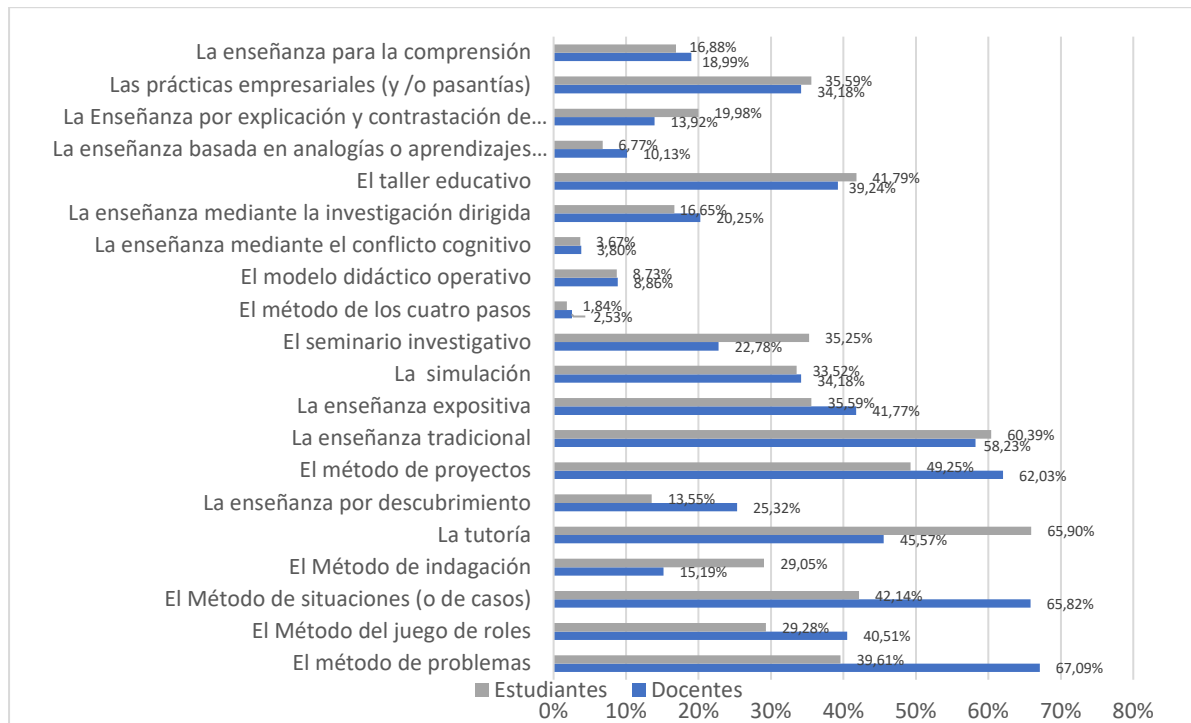


Figura 3. ¿Cuáles estrategias de enseñanza aprendizaje conoce? Consulta Estudiantes y Docentes. Fuente: Elaboración propia

Es de notar, en la figura 3 que, existen diferencias significativas entre lo que reconocen los estudiantes como estrategias conocidas frente a lo que contestan los docentes. Esto puede tener diferentes causas sobre todo asociadas a la forma en que se presentan las actividades realizadas en clase, pues no necesariamente se usan nombres o descripciones formales de las mismas.



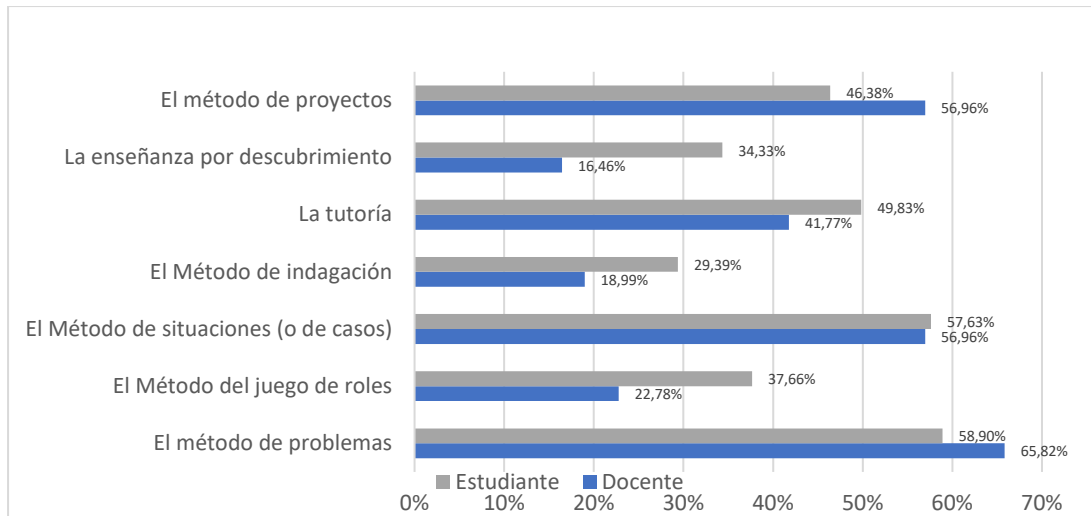


Figura 4. De las estrategias de enseñanza-aprendizaje centradas en el estudiante, ¿Cuáles emplea con mayor frecuencia? Consulta Estudiantes y Docentes. Fuente: Elaboración propia

Sobre la pregunta, de las estrategias de enseñanza-aprendizaje centradas en el estudiante, ¿Cuáles emplea con mayor frecuencia?, existe una mayor coherencia entre estudiantes y docentes en las respuestas como se evidencia a Figura 4. La estrategia que tanto estudiantes como docentes reconocen como más utilizada, es el método de problemas, seguido del método de situaciones o casos y el método de proyectos, lo cual es consecuente con la lógica de la enseñanza en Ingeniería, pues estos modelos representan una forma de acercar a los estudiantes a la aplicación de lo aprendido a nivel teórico.

3. Evaluación

Dentro del proceso académico desarrollado en las universidades, surge un cuestionamiento crítico y trascendental, y es el hecho de cómo construir una métrica que esté acorde a los conocimientos impartidos, lo cual implica evaluar las habilidades, capacidades, actitudes, según lo que se espera desarrollar en términos de competencia o resultado de aprendizaje en cada asignatura. La evaluación independiente del modelo curricular adoptado implica que no sólo se debe remitir a un criterio único de calificación, que exige romper con los paradigmas tradicionales de recuerdo y repetición de un listado de frases (Lápiz y papel), sino que trasciende a las habilidades cognitivas superiores. Se deben aplicar una diversidad de instrumentos, según los requerimientos del programa profesional, diseñados y aplicados por los actores, que son los docentes (propios o de soporte) y los estudiantes (autorregulación y compañeros) (Cano Garcia, 2008). Adicionalmente, los instrumentos deben ser aplicados de manera concreta, lo cual implica el tratamiento específico para cada uno, así como una perfilación para cada una de las temáticas a evaluar.

Al momento de generar un proceso valorativo de las competencias, es importante reconocer que éstas se deben realizar según el avance académico (Fernandez March, 2010). Con relación a lo anterior, en la consulta a Docentes y Estudiantes sobre Estrategias de Enseñanza – Aprendizaje, se preguntó sobre la definición de evaluación. Los resultados obtenidos se presentan en las figuras 5 y 6.



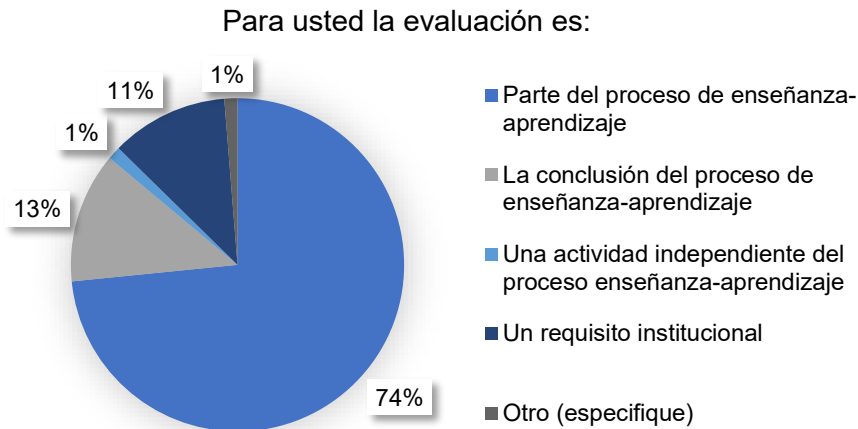


Figura 5. Definición de evaluación. Fuente: Elaboración Propia

Es importante señalar que si se reconoce la evaluación como parte del proceso de enseñanza aprendizaje por tanto no es un elemento aislado, sino que viene como resultado de una construcción que parte del enfoque institucional.

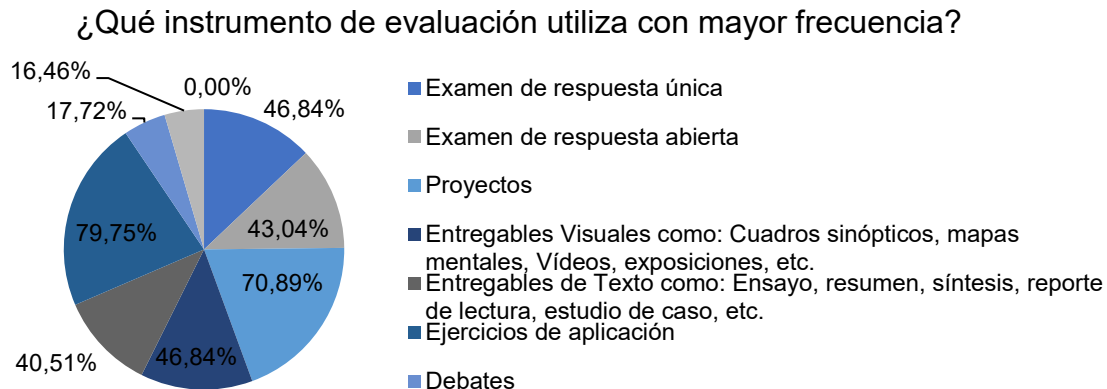


Figura 6. Definición de evaluación. Fuente: Elaboración propia

Consecuente con las respuestas, los entregables asociados a proyectos, los exámenes, los ejercicios de aplicación y otros entregables como ensayos resúmenes, cuadros sinópticos e informes de lectura, priman a la hora de evaluar las asignaturas de los programas de Ingeniería Industrial consultados.

4. Conclusión

Los procesos de diseño y operacionalización de los programas de Ingeniería Industrial se abordan desde una interpretación muy particular de las instituciones sobre los enfoques y modelos curriculares teóricos. La gran mayoría hacen adaptaciones donde toman los elementos relevantes



como base para la construcción de los del Proyecto Educativo Institucional (PEI) y a su vez de los del Proyecto Educativo del Programa (PEP). Como reflexión, es importante empezarle a dar más relevancia a la forma de actualizar los programas con mucha más continuidad, con el fin de que el programa como tal, evidencie no solo las necesidades específicas del medio, sino que realice análisis prospectivos que permitan formar a los Ingenieros Industriales que se necesitan a futuro. Donde las nuevas realidades, como la pandemia y postpandemia, deben ser la base para el diseño curricular, entendiendo también que es necesario proyectarlas hacia un profesional que a nivel Colombia estará listo para ejercer su profesión en no menos de cuatro años. En este sentido las IES deben no solo pensar en formar profesionales para suplir las necesidades futuras del mercado sino en darle sostenibilidad y continuidad al programa, bajo una directriz clara del perfil ofrecido y de la real necesidad de uso de este.

Después del análisis de los antecedentes documentados, de las encuestas realizadas y de la consolidación de las experiencias expresadas desde las instituciones consultadas, se concluye que: la operacionalización del currículo en Ingeniería Industrial requiere de la interacción de múltiples factores y variables, que las IES están abocadas a considerar, en donde el tiempo siempre les está jugando en contra, ya que las tendencias evolutivas e innovadoras de la economía, obligan al sector productivo y de servicios a dar respuesta de forma oportuna, si quieren sobrevivir como proveedores, en estos mercados tan cambiantes y agresivos. De acuerdo a lo anterior, desde la universidad y específicamente de los programas de Ingeniería Industrial, se ha de partir por el reconocimiento del alcance operacional de la Ingeniería Industrial en los sectores productivos, con el fin de validar el componente curricular que soporte las competencias del perfil del egresado del programa, buscando que el ingeniero Industrial tenga alternativas de aportar a la sociedad y en consecuencia a la economía, tanto personal como del país, en donde se desarrolle con el ejercicio de su profesión.

Desde la perspectiva de la reactivación y sostenibilidad de las cadenas productivas en la economía Colombiana y del mundo, las megatendencias, consolidan los escenarios óptimos de dónde se debe extraer continuamente información, que alimente la construcción y actualización de los currículos en el marco real de su profesión e integrando esto con el sector productivo desde la investigación, los procesos de movilidad internacional y práctica profesional, que permiten ampliar la visión del Ingeniero desde su formación, y la priorización en aspectos como:

- Inteligencia Artificial (IA) y automatización de tareas
- 5G y fabricación inteligente
- Internet de las Cosas (IoT)
- Eficiencia energética
- Fabricación distribuida
- Técnicas de Mantenimiento Predictivo
- Compromisos con los clientes

En general, y en la medida de que tanto los sistemas productivos como los modelos de enseñanza – aprendizaje van evolucionando, los desafíos en términos de alineación, desarrollo de competencias en los profesionales y sostenibilidad de los programas, van creciendo también, lo



cual hace indispensable, repensar la forma de bajar esas necesidades prospectivas del mercado a los componentes que operacionalizan el currículo, y evolucionar hacia:

- Ciclo más corto (Menos semestres)
- Modalidad virtual o semi presencial
- Mayor dinamismo en el proceso de enseñanza
- Mayor flexibilización en el currículo
- Conocimientos genéricos para finalizar con un énfasis
- Fortalecimiento del programa en el manejo de herramientas informáticas
- Dedicación en la simulación de situaciones reales
- Evolución en el manejo de teorías relacionadas con el modernismo tecnológico (Industria 5.0)
- Competencias para asumir la virtualidad en las empresas
- Manejo de la información y la interrelación de los datos
- Manejar dos o más idiomas.

5. Referencias

- Cano Garcia, M. (2008). LA EVALUACIÓN POR COMPETENCIAS EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR. *Revista de Currículum y Formación de Profesorado*, 12(3), 1-16.
- Fernandez March, A. (2010). LA EVALUACIÓN ORIENTADA AL APRENDIZAJE EN UN MODELO DE FORMACIÓN POR COMPETENCIAS EN LA EDUCACION UNIVERSITARIA. *Revista de Docencia Universitaria*, 8(1), 11-34.
- Fonseca Perez, J., & Gamboa Graus, M. (2017). Aspectos teóricos sobre el diseño curricular y sus particularidades en las ciencias. *Revista Boletín Redipe*, 6(3), 83-112.
- Hernandez, A. (2006). La acreditación y certificación en las instituciones de educación superior. Hacia la conformación de circuitos académicos de calidad: ¿Exclusión o Integración? *Revista del Centro de Investigación Universidad de la Salle*, vol. 7, núm. 26., 51-61.
- IISE. (2020). *IISE Body of Knowledge*. Obtenido de <https://www.iise.org/details.aspx?id=43631>
- Luengo, J., Luzón, A., & Torres, M. (2008). Las reformas educativas basadas en el enfoque por competencias: una visión comparada. *Revista de Currículum y Formación de Profesorado*, Vol. 12(Núm. 3), 1-16.
- SENA. (2003). *Manual de Estrategias de Enseñanza Aprendizaje*. Medellín: Servicio Nacional de aprendizaje SENA.
- Suárez, L., & Urquiza, R. d. (2016). Compared education study: curriculum design for the development of competences (Tiradentes University – University of Deusto). *Tuning Journal for Higher Education Vol 3, No 2*, 319-346.
- Tovar, M., & Sarmiento, P. (2011). El diseño curricular, una responsabilidad compartida. *Colombia Médica* 42(4), 508-517.
- Universidad de los Andes. (2011). *Ingeniería de Sistemas y Computación*. Obtenido de Modelo de diseño Curricular: <https://sistemas.uniandes.edu.co/images/ISIS/disenioCurricular.pdf>
- Universidad Distrital. (2013). *Aportes al proyecto educativo Universidad Distrital - Una construcción colectiva*. Bogotá: Universidad Distrital.



Sobre los autores

- **Eduyn López Santana:** Ingeniero Industrial, Magister en Ingeniería Industrial, Doctor en Ingeniería de Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá-Colombia. Profesor Asistente. erlopezs@udistrital.edu.co.
- **Francy Castellanos Oviedo:** Ingeniero Industrial, Magister en Ingeniería – Ingeniería Administrativa de Universidad ECCI, Bogotá-Colombia. Profesor Asistente. frcastellanos@ecc.edu.co
- **Luisa Marina Gómez Torres:** Ingeniera Química, Magister en Ingeniería Ambiental, Doctora en Ingeniería Química. Decana Facultad de Procesos Industriales, Escuela Tecnológica Instituto Técnico Central, Bogotá – Colombia, procesos@itc.edu.co
- **Diva Aurora Rubiano Riveros:** Ingeniera Industrial, Especialista en Higiene, Seguridad y Salud y Gestión Ambiental, Magister en Comercio Internacional, Doctor (C) en Ingeniería de procesos de la Universidad EAN, Bogotá-Colombia. Docente Investigador Tiempo Completo Cadena de Ingeniería Industrial, Universidad Nacional Abierta y Distancia. diva.rubiano@unad.edu.co
- **José Luis Roncancio:** Ingeniero Industrial, Magíster en Ingeniería de Universidad Konrad Lorenz. Profesor. josel.roncacioc@konradlorenz.edu.co
- **Luis Héctor Peña:** Ingeniero Industrial, Especialista en Auditoría de Sistemas, Especialista en Ciencia, Desarrollo y Gestión Universitaria, Especialista en Evaluación y Construcción de Indicadores para la Educación Superior, Máster en la Sociedad de la Información y el Conocimiento, Máster En Dirección Logística. Consultor externo REDIN y Profesor Universitario, Director Programa de Ingeniería Industrial y Decano de Facultad de Ingeniería Universidad Autónoma de Colombia, Presidente Comisión Técnica Permanente de Ingeniería industrial y Calidad Sociedad Colombiana de Ingenieros. lpenavar@yahoo.com

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)

