

Actualización de la enseñanza de la Ingeniería Industrial: pedagogía y organización curricular

Engels Revuelta Licea

Ricardo Caballos Garzón

Félix Eduardo Sánchez Ardila

Resumen:

A pesar de que las primeras obras de ingeniería se pueden ubicar en la Edad Media, la formación en ingenierías no se desarrolla hasta el siglo XVIII. En 1794 se funda en Francia la Escuela Politécnica de París, donde se crearon los primeros programas para desarrollar puertos y caminos, y desplegar la minería. A lo largo de los años diversas corrientes y tendencias han premiado la enseñanza de la ingeniería; sin embargo, el contexto actual exige profesionales con habilidades de autopreparación, gestión dinámica de procesos e intenso empleo de tecnologías. El acceso a contenidos amplios y siempre disponibles, ha influido en los métodos mediante los cuales todos aprendemos y enseñamos. La enseñanza tradicional, basada solo en clases presenciales, se va sustituyendo por una formación dinámica que implica al estudiante en contacto directo con su campo de trabajo. Bajo estos requerimientos, el presente capítulo propone un modelo pedagógico para la enseñanza de la Ingeniería Industrial en un programa articulado ciclos propedéuticos con el Técnico Profesional en Operación de Procesos de Producción y la Tecnología en Gestión de la Producción y Calidad. Estos programas, además, se generan a partir de la definición de las competencias, áreas y componentes de formación que se deben fomentar en el área de la Ingeniería Industrial en correspondencia con los requisitos internacionales.

Palabras claves: formación ingeniería industrial; ciclos propedéuticos; competencias; ingeniería industrial.

Introducción

Las organizaciones universitarias tienen como propósito general la formación integral de sus estudiantes, mediante el desarrollo de los campos científico, tecnológico, cultural e investigativo basados en una formación por competencias. Para lograr la articulación de estos campos, se desarrollan y ejecutan los Proyectos Educativos Institucionales (PEI), como guía de actuación de todos los entes dentro de las instituciones educativas [1].

A partir del PEI se genera el Programa Maestro y el Proyecto Educativo del programa, y en dependencia de lo definido en estos últimos, se generan los microcurrículos como expresión de las competencias y resultados de aprendizaje a alcanzar en el programa (figura 1).

[10]

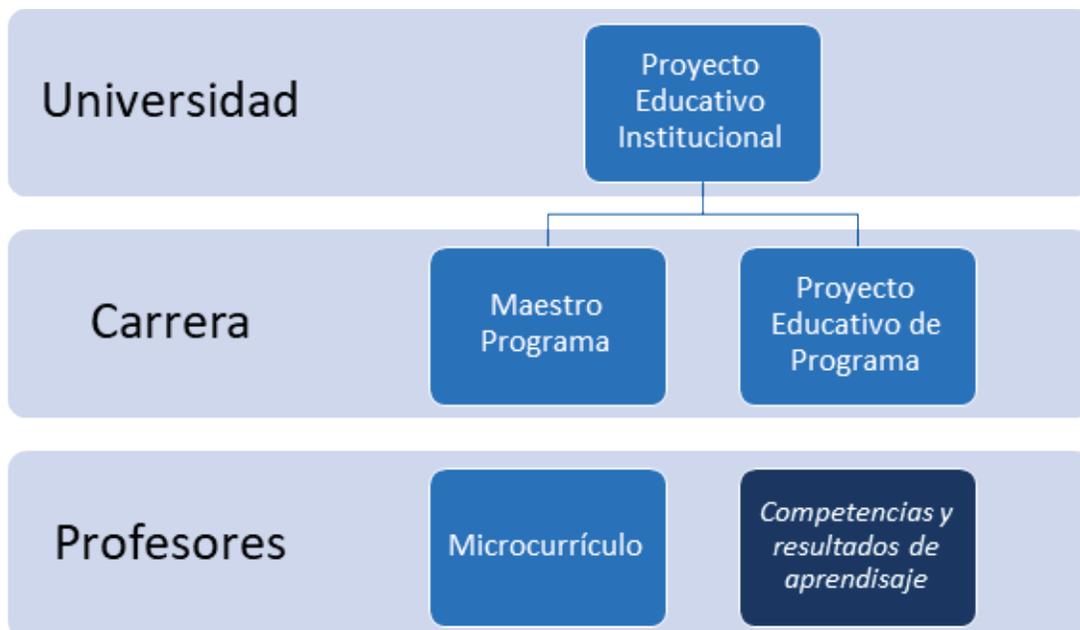


Figura 1. Relación jerárquica para implementar el Proyecto Educativo Institucional

En el presente capítulo se presentan algunos aspectos distintivos de un Programa Maestro de Ingeniería Industrial como: el modelo pedagógico propuesto a partir de las metodologías modernas de enseñanza-aprendizaje; así como las características de un programa articulado por ciclos propedéuticos y las competencias a desarrollar en Ingeniería Industrial.

Corrientes pedagógicas modernas de la enseñanza en el campo de la ingeniería industrial

Desde hace algunos años la ingeniería ha tomado un rol fundamental en la sociedad moderna a partir del rápido desarrollo de las tecnologías y su incorporación cada vez más rápida a nuestra vida económica y social [2]. Así mismo, el sistema educativo afronta sus propios retos y ha requerido rápidos ajustes a las nuevas condiciones de hiperconexión, acceso a las tecnologías y el conocimiento.

La formación universitaria constituye el nivel que especializa con profundidad las profesiones y sus graduados constituyen la masa de profesionales que afronta el desarrollo de una sociedad en un contexto dado [3]. La Agenda 2030 plantea en el Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) 4: “Garantizar una educación inclusiva y equitativa de calidad y promover oportunidades de aprendizaje permanente para todos” [4], el mismo tiene diez metas que engloban diferentes aspectos de la educación.

En el caso de Latinoamérica este tipo de formación presenta varios desafíos: respetar las diversidades e incluir a diferentes etnias y estratos sociales; ofrecer una educación de calidad; la elaboración y ejecución de políticas públicas para el sector; y una firme inversión social para garantizar estos objetivos

[12] La manera en que tradicionalmente se enfoca la educación a nivel global, emplea conceptos que no pretenden transgredir el ambiente de un aula; un profesor que transfiere información a los educandos y estos últimos memorizando conceptos que, al aplicarlos, deben conducir a una solución prefijada [5]. Como consecuencia de una educación pasiva y centrada en la memoria, muchos alumnos presentan incluso dificultad para razonar de manera eficaz y al egresar de la escuela, en muchos casos, presentan dificultades para asumir las responsabilidades correspondientes a la especialidad de sus estudios y al puesto que ocupan [6]. No se trata de negar la aplicabilidad de la enseñanza clásica, sino de asumir condiciones que ofrece la globalización de los conocimientos y el amplio uso de las tecnologías de información [7]. Llevar al estudiante a que indague sobre temas y sus tendencias, visite física o virtualmente la ejecución de procesos, son objetivos de una variedad de conceptos que forman parte del estado del arte de este tema de implicar al estudiante para que aprenda mediante vivencias [8].

Para las ingenierías, la formación que implica el aprendizaje mientras se trabaja en un proceso aplicando indicaciones básicas, es una oportunidad para lograr que los futuros ingenieros combinen habili-

dades teórico-prácticas mientras se preparan y se inserten mejor en el mercado laboral [5]. El contexto actual exige profesionales con habilidades de auto preparación, gestión dinámica de procesos e intenso empleo de tecnologías [9].

El acceso a contenidos amplios y siempre disponibles, ha influido en los métodos mediante los cuales todos aprendemos y enseñamos. La enseñanza tradicional, basada en clases presenciales, se va sustituyendo por una formación dinámica que implica al estudiante en contacto directo con su campo de trabajo. Para ello se han desarrollado los conceptos de Aprender-Haciendo y metodologías como: Aprendizaje Basado en Proyectos (o en Problemas, ABP o *PBL*, *Project-based learning*), Aula Invertida (*Flipped classroom*), Aprendizaje Cooperativo, Gamificación, *Design Thinking*, entre otros. Estos métodos pueden influir positivamente en formar mejores habilidades, fuertes y blandas, en los profesionales [10].

Mediante la aplicación de estas metodologías, el sistema educación puede avanzar fundamentalmente en el logro de dos de las metas de ODS número 4:

- *Meta 4.4 Habilidades adecuadas para un trabajo decente.* Basada en aumentar el número personas las competencias técnicas y profesionales para acceder al empleo. Lo cual se fomenta mediante una educación actualizada y en contacto directo con problemáticas reales.

- *Meta 4.7 Educación de la ciudadanía para el desarrollo sostenible.* Plantea que los alumnos adquieran conocimientos teóricos y prácticos necesarios para promover el desarrollo sostenible desde la educación, estilo de vida, desarrollo tecnológico fundamentalmente.

Propuesta de modelo pedagógico para la enseñanza de la ingeniería industrial

El modelo pedagógico propuesto está soportado desde el aprendizaje experiencial, la formación por competencias, el aprendizaje por proyectos y el aprendizaje colaborativo; todo como expresión del constructivismo social [11]. A continuación, se ejemplifica el empleo de cada una de las componentes pedagógicas del modelo.

[14]

El proyecto integrador es una modalidad en la metodología de trabajo por proyectos, que consiste en la elaboración de un producto al final del periodo académico, que permita articular el trabajo de cada asignatura y evidenciar el desarrollo de competencias por parte de los estudiantes [12]. En cada semestre se desarrolla un proyecto multidisciplinario, donde desde cada asignatura se aporta a la resolución de una problemática. De esta manera se aborda el desarrollo de competencias generales y específicas, integrando las diferentes disciplinas y con grados de dificultad crecientes en el transcurso de cada uno de los semestres [13].

El aprendizaje experiencial se basa en la generación de experiencias prácticas para que el estudiante aprenda a partir de ellas, las

mismas pueden ser desde el aula con estudios de caso, laboratorios o solución de problemas traídos de la realidad [14]. Además, el sostenimiento de vínculos permanentes con el sector productivo, les facilita a los estudiantes el ingreso al mercado laboral y validar los perfiles de salida de cada programa. Así mismo, se deben contar con empresas de todos los sectores para que los estudiantes puedan efectuar sus prácticas empresariales [15]. Este proceso de vinculación con el sector productivo, se acompaña en todas sus fases (antes de la práctica, visitas de seguimiento y visitas para evaluación final) por docentes guías, los que a la vez reciben esta experiencia como retroalimentación de los contenidos impartidos en clase.

La formación por competencias permite transitar desde una transferencia de conocimientos hacia una creación de destrezas para enfrentar situaciones en el campo profesional. De esta forma, se logra la profesionalización de los individuos a través de un desempeño idóneo en las actividades laborales futuras [16]. La aplicación a estos conceptos en el desarrollo de un currículum docente, conlleva a la transformación de las clásicas materias donde cada una imparte conocimientos aislados; en este nuevo escenario se construyen los saberes sobre la base de una situación problémica que requiere conocimientos de diversas materias [17].

El aprendizaje colaborativo implica un cambio de roles, tanto del profesor como los estudiantes, donde todos toman un papel activo en el proceso de aprendizaje en el aula y fuera de ella [18]. En este ambiente

se generan habilidades y conocimientos a partir de la comunicación, el intercambio crítico y reflexivo, y preferiblemente con el uso de tecnologías de comunicaciones que permiten generar estas dinámicas en todo momento, aun cuando no se esta en el mismo espacio de tiempo o lugar [19].

La formación por ciclos en la Ingeniería Industrial

A nivel internacional, la búsqueda de una formación continua en los ingenieros va en aumento, pero se ha fortalecido la idea de una incorporación pronta al mundo laboral. En este sentido en Europa se ha instituido programas de formación por ciclos: el bachiller se forma en tres años; dos años para aquellos que pueden completar la maestría en diversas áreas relacionadas; y finalmente el doctorado con una duración de entre dos y cuatro años [20, 21]. Sin embargo, en América Latina los sistemas por ciclo aún son poco comunes, Colombia es uno de los pioneros en este tipo de formación [22].

En Colombia se establece desde 1980 la educación por ciclos propedéuticos, que ha permitido la incorporación temprana a la vida laboral de los estudiantes. Los ciclos son unidades interdependientes, complementarias y secuenciales; mientras que el componente propedéutico hace referencia al proceso por el cual se prepara a una persona para continuar en el proceso de formación a lo largo de la vida, en este caso particular, en el pregrado [23]. La articulación de los niveles de técnica profesional y tecnológica dentro de la educación superior,

se inicia con la entrada en vigencia de la Ley 749 de 2002. Dicha ley introduce en el sistema educativo la formación por ciclos con carácter propedéutico, específicamente en las áreas de ingenierías, la tecnología de la información y la administración [24].

Actualmente, los tres ciclos universitarios establecidos en el país son: técnico, que desarrollar actividades prácticas como auxiliar; tecnólogo, actividades tecnológicas prácticas a partir de fundamentos científicos; y universitaria, con énfasis en la fundamentación científica e investigativa, tanto de carácter académico como de instrumentación de las profesiones [25].

En el caso de la Ingeniería Industrial, con el fin de atender al sector productivo, es necesario que la formación por ciclos propedéuticos, responda a los siguientes aspectos:

[17]

1. Formar a los futuros profesionales, en los conocimientos coherentes con su nivel de formación pero que desarrollen las habilidades que permitan contar con la capacidad de manejar información, aplicar conocimientos y aprender del propio trabajo desarrollado.
2. Desarrollar proyectos (para fomentar la creación de nuevos productos, servicios y procesos industriales), apoyándose en el uso de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación.

3. Organizar propuestas curriculares interdisciplinarias, y desarrollar proyectos pedagógicos orientados a la solución de problemas, de diferentes contextos.
4. Permitir que los estudiantes, gestionen en forma integral el desarrollo de los proyectos pedagógicos desde las dimensiones administrativas, financieras, de diseño, trabajo de prototipos y evaluación. De igual forma, desarrollar propuestas educativas duales donde participen empresarios, sector oficial y otras organizaciones.
5. Garantizar el trabajo en red, la nueva economía del conocimiento exige del trabajo de redes virtuales, sociales y empresariales; situación que está generando nuevas relaciones y estructuras organizativas. Las redes han emergido como las formas de organización más apropiadas para la satisfacción de tales demandas, sustituyendo a las antiguas estructuras rígidas.
6. Desarrollar propuestas educativas conectadas a las necesidades y requerimientos de los sectores económicos y sociales, así los estudiantes tienen asegurado éxito profesional si los aprendizajes responden a necesidades de la vida real, donde puedan proyectar sus capacidades, habilidades y potencialidades, con mayor facilidad.

La figura 2 ilustra varios aspectos importantes de la formación por ciclos. El primer ciclo, contiene los programas técnicos profesionales y se representa con el bloque verde, el programa tecnológico con el bloque violeta y el rojo corresponde al programa profesional universitario. Un estudiante que quiera obtener el título técnico profesional deberá cursar los créditos correspondientes al bloque verde, para cursar el ciclo tecnológico por ciclos propedéuticos atendiendo a la filosofía de la formación por ciclos, podrá acceder una vez realizado y culminado el ciclo técnico y deberá cursar todos los créditos correspondientes al bloque violeta de la gráfica, de la misma forma para cursar su ciclo profesional deberá acreditar su titulación y formación en el ciclo tecnológico y cursar los créditos correspondientes al bloque demarcado en rojo [26].

[19]

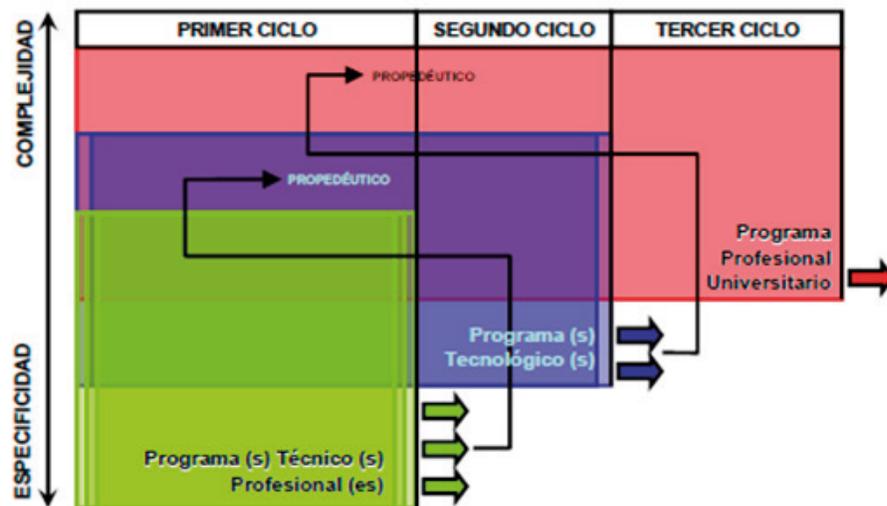


Figura 2. Estructura de la formación por ciclos propedéuticos. Fuente: [22]

Visto de esta manera, el proceso de cada ciclo es completo en sí mismo, pero aporta para el siguiente ciclo mediante el componente propedéutico. Cada ciclo permite al estudiante la salida al ámbito laboral, la posibilidad de cursar especializaciones propias de cada nivel y la educación continuada, pero también debe favorecer su reingreso para continuar en el siguiente ciclo, en este modelo de formación la movilidad debe darse de forma escalonada y secuencial [25].

Las zonas de cruce entre los diferentes niveles de formación representan los saberes compartidos entre estos ciclos, así entre el primer, segundo y tercer nivel existe un conjunto de saberes que serán propios del técnico, pero a su vez también son del tecnólogo y del profesional y que se constituyen en el componente propedéutico entre estos tres ciclos, a los saberes contenidos [26].

[20]

Organización por competencias en los currículums de ingeniería industrial

Estudios recientes en Colombia, evidencian que los modelos curriculares en ingeniería asumen la formación mediante el despliegue de competencias científico-técnicas y de carácter socio-humanísticas [10].

Con el afán de lograr un diseño curricular flexible que pueda adaptarse a los disímiles contextos y situaciones, este se desarrolla a partir de área de formación. Las mismas, se refieren al espacio curricular en el que se agrupan experiencias educativas, según criterios determinados por nivel de especialización y según los intereses de formación que se hayan determinado en los objetivos y perfil de egreso.

El currículo se ha diseñado tomando como punto de partida los lineamientos legales orientados a conseguir: "...la articulación, jerarquización y convergencia de los referentes y componentes, para ponerlos como un todo al servicio del desarrollo integral humano, dentro de la dinámica del proceso formativo". Responde también a los criterios de interdisciplinariedad, flexibilidad y créditos académicos. Para el primero existe una matriz de organización interdisciplinar. Con el segundo, se busca la posibilidad de la movilidad estudiantil y las oportunidades de elegir opciones formativas con las disciplinas electivas. Con el tercer criterio, se explicitará con los planes de aula las actividades del docente y el estudio independiente [26].

La figura 3 muestra un ejemplo de un programa de Ingeniería Industrial articulado por ciclos propedéuticos con la técnica profesional y la tecnología. En este programa, para garantizar la flexibilidad y adaptabilidad del mismo a las cambiantes condiciones del medio laboral y profesional, se proponen cinco áreas de formación, que complementadas con los componentes formativos, generan las competencias requeridas en cada ciclo.

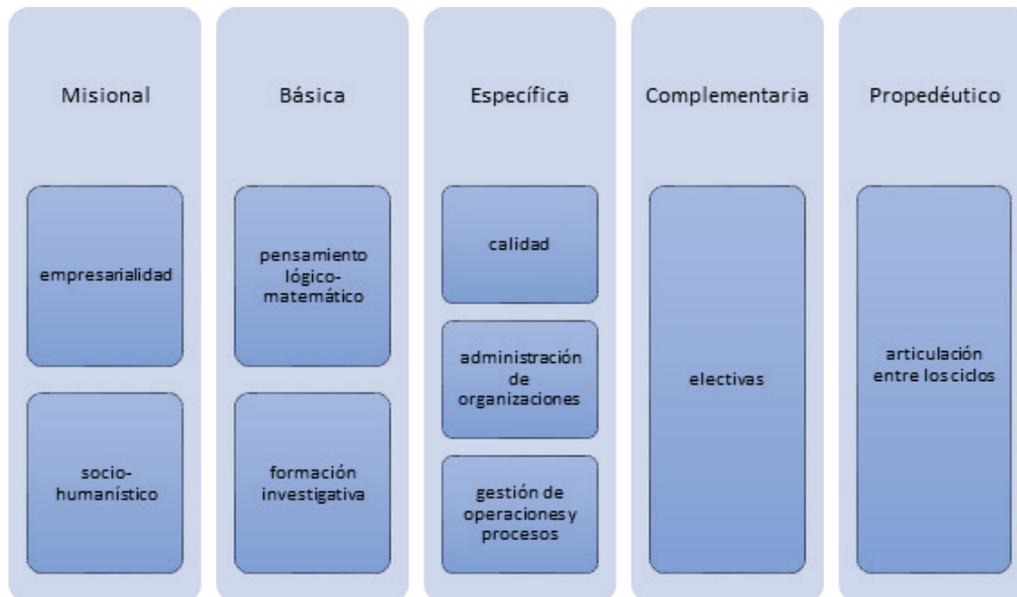


Figura 3. Relación entre las áreas y los componentes de formación en un programa de ingeniería industrial articulado por ciclos propedéuticos.

[22]

Áreas y componentes de formación en un programa de ingeniería industrial articulado por ciclos propedéuticos

Área de formación misional.

Comprende la formación en componentes de empresarialidad y el componente socio-humanístico. Esta área de formación aporta al egresado la marca institucional, desde la formación en la cátedra institucional hasta el desarrollo de la empresarialidad. Se privilegia el liderazgo, la creatividad y las condiciones socio humanistas.

- Componente empresarialidad: el estudiante fortalecerá competencias en emprendimiento y empresarialidad, permitiéndole aplicar conocimientos para la creación de empresa. Para esto se capacita al estudiante en formulación y evaluación de proyectos, plan de negocios y la práctica empresarial.
- Componente socio-humanístico: garantiza que el estudiante desarrolle competencias que fortalezcan a los estudiantes en el ámbito ético-valoral. La cátedra institucional permitirá al estudiante conocer el rol que le corresponde en el nuevo nivel de formación.

Área de formación básica

[23]

Comprende la formación en componentes de pensamiento lógico-matemático y formación investigativa. Esta área de formación aporta el desarrollo de procesos mentales e investigativos que enriquecerán su formación específica y permitirá que el estudiante avance de manera más apropiada en la resolución de problemas productivos.

- Componente pensamiento lógico matemático: permite al estudiante estructurar procesos mentales que permitan el ejercicio de la abstracción, el rigor y la precisión como corresponde a las áreas de formación específica del programa al igual que el desarrollo de las competencias interpretativas que favorezcan el análisis de la información.

- Componente formación investigativa: el estudiante fortalecerá competencias en el área de la investigación, orientada hacia la formulación y desarrollo de un proyecto de fin de carrera.

Área de formación específica

Comprende la formación en los componentes de administración de organizaciones, calidad y gestión de operaciones y procesos. Esta área de formación entrega al estudiante las competencias propias de la disciplina que este requiere para desenvolverse alrededor de la gestión de los procesos productivos.

Área de formación complementaria (electiva)

Comprende la formación en los componentes de flexibilidad del programa y que aporta especialidad y especificidad al perfil del egresado. Esta área aporta un mayor grado de especialización sobre las siguientes áreas de conocimiento: logística y la automatización industrial, permitiendo una respuesta más efectiva a las necesidades del sector productivo. Para el ciclo de formación, se oferta un banco de electivas, de los cuales el estudiante debe tomar algunas para completar los créditos requeridos.

Área de formación propedéutica

Está conformada por las asignaturas que articulan el ciclo de formación técnico profesional con el ciclo tecnológico. Está orientado a

generar las competencias lógico-matemáticas y específicas requeridas para abordar los campos de formación propios del tecnólogo.

Adicionalmente a estas áreas de formación, se deben definir los componentes específicos y complementarios propios del campo de acción de la Ingeniería Industrial y sus ciclos propedéuticos asociados.

Componente administración de organizaciones

En este componente, se desarrollan los fundamentos y conceptos requeridos para lograr los objetivos de las empresas mediante la planeación, organización, delegación de funciones, integración de personal, dirección y control de los empleados; mediante ambientes de trabajo favorables para lograr el desarrollo del potencial del recurso humano y la eficacia, eficiencia y efectividad en los procesos administrativos.

[25]

Componente calidad

En el mismo se desarrollan los fundamentos y conceptos relacionados con los sistemas de gestión de calidad, las normas relacionadas con estos, los procesos de implementación, seguimiento y certificación de los mismos.

Componente gestión de operaciones y procesos

Involucra el estudio de los procesos requeridos para la transforman los insumos en los productos o servicios finales, incluyendo el control de los inventarios, la gestión de procesos y su control, la logística,

la gestión de la innovación y los procesos de planificación y ejecución de proyectos. Los contenidos desarrollados en este componente, buscan aportar al mejoramiento de los sistemas productivos y así generar valor agregado que favorezca la competitividad de las empresas.

Formación complementaria o electiva

El programa tiene dos líneas de formación electiva que le permiten al estudiante profundizar sus habilidades y destrezas en el área de su interés: automatización industrial, logística, calidad u otras.

Relación entre las áreas y componentes de formación con las áreas de competencia de la ingeniería industrial a nivel internacional

[26]

El Institute of Industrial & System Engineers [27] (IISE) define doce áreas de conocimiento y algunos temas relacionados con los que los ingenieros industriales deben estar familiarizados. Las áreas de competencial son las siguientes:

1. Diseño y medición del trabajo
2. Gestión y análisis de operaciones
3. Análisis de ingeniería económica
4. Ingeniería de edificaciones y gestión energética

5. Ingeniería de calidad y confiabilidad
6. Ergonomía y factor humano
7. Ingeniería y gestión de operaciones
8. Gestión de la cadena de suministro
9. Gerencia de ingeniería
10. Seguridad
11. Ingeniería de la información
12. Diseño e Ingeniería de producción

[27]

Los temas relacionados que se deben dominar son: diseño y desarrollo de productos, y diseño e ingeniería de sistemas.

Al hacer una comparación entre las áreas de conocimiento definidas en el modelo de formación del ingeniero industrial articulado por ciclos propedéuticos con el técnico profesional y la tecnología, y las áreas de formación definidas anteriormente, se puede apreciar que las mismas son tenidas en cuenta en los programas propuestos (tabla).

Componente específico o complementario	Área de conocimiento según IISE
Administración de organizaciones	Gerencia de ingeniería
	Diseño y medición del trabajo
	Ergonomía y factor humano
	Seguridad
	Análisis de ingeniería económica
	Ingeniería de edificaciones y gestión energética
Calidad	Ingeniería de calidad y confiabilidad
Gestión de operaciones y procesos	Investigación y análisis de operaciones
	Ingeniería y gestión de operaciones
	Diseño e ingeniería de producción
	Gestión de la cadena de suministro
Formación complementaria	Ingeniería de la información
	Tema relacionado de diseño e ingeniería de sistemas
	Tema relacionado de diseño y desarrollo de productos

Tabla 1. Relación entre componentes de formación de un programa de ingeniería industrial articulado por circos propedéuticos y las áreas de conocimiento de la IISE

Competencias a generar en cada ciclo de formación del ingeniero industrial

Con el fin de atender a las tendencias mundiales en el campo de la Ingeniería Industrial y a las demandas del sector productivo mencionadas anteriormente, se debe desarrollar un modelo de formación por ciclos que responda a la creación de las competencias requeridas para cada ciclo [28], lo que se lista en la tabla 2.

Nivel			
Áreas y componentes de formación	Técnico profesional	Tecnólogo	Ingeniero
<p>Formación misional</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Habilidades comunicativas en segunda lengua nivel A1. Capacidad para convivencia pacífica y colaborativa y para reconocer y asumir actitud emprendedora. • Aplicar su formación técnica profesional en un entorno laboral real de manera supervisada para fortalecer debilidades y potenciar habilidades para un adecuado desempeño profesional. 	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicar los conceptos básicos de emprendimiento a través de herramientas en estructuras organizacionales, financieras y logísticas para el aporte a soluciones a la producción en espacios que fortalezcan las necesidades y oportunidades de su entorno laboral a partir de la innovación. • Tomar decisiones en situaciones que se presenten en la vida cotidiana con base en los principios y valores, ética y moralmente reconocidos por la sociedad. 	<ul style="list-style-type: none"> • Formular, evaluar y gestionar proyectos atendiendo a los indicadores de gestión y las etapas del ciclo de vida, con el fin de diseñar e implementar planes de trabajo y/o negocios en el ámbito laboral real como ingeniero industrial atendiendo a los objetivos y requerimientos de las organizaciones.
<p>Formación básica</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollo de actitud positiva frente al conocimiento e identificar fortalezas y debilidades cognitivas. Habilidad para aplicar los conceptos básicos de la matemática en situaciones problema. • Elaborar reportes y diagramas con base a la información suministrada en los diferentes procesos productivos, utilizando herramientas TIC. • Aplicar soluciones instrumentales a problemas que identifica mediante el uso de diferentes fuentes de información elaborando reportes sobre los procesos realizados y las metodologías aplicadas para mejorar las situaciones que le plantea el contexto. 	<ul style="list-style-type: none"> • Conocer y aplicar los modelos matemáticos en los procesos productivos, procesos de cadena de valor y aplicabilidad en plantas de producción. • Organizar información generando bases de datos sencillas para elaborar formularios e informes que permitan apoyar los procesos de producción. • Define criterios de análisis y comparación de datos para solucionar problemas aplicando metodologías estándar con informes estructurados para solucionar problemas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Plantear modelos matemáticos y físicos, como un sistema para el análisis, el diseño y solución de problemas en las organizaciones, potenciando el desarrollo creativo y productivo de los ingenieros industriales. • Proponer proyectos de investigación para la solución innovadoras de problemas del contexto mediante la aplicación interdisciplinar de los saberes de profesión.

Formación específica	Administración de Organizaciones	Desarrollo de habilidades para el desempeño como auxiliar en la administración del recurso humano y como auxiliar o asistente en la implementación de planes de seguridad y salud ocupacional verificando el cumplimiento del reglamento de seguridad y salud ocupacional de la empresa, aplicando medidas para el: control de polución, manejo y almacenamiento de sustancias peligrosas y la seguridad del lugar.	Identificar, evaluar y analizar el funcionamiento de los mercados, así como el comportamiento de los distintos agentes económicos y financieros.	Analizar operaciones, métodos o funciones administrativas o productivas de una organización, con el fin de proponer, planear e implementar cambios.
Calidad	Desarrollo de las habilidades requeridas para el desempeño como asistente o auxiliar en la implementación de sistemas de gestión de la calidad y en el aseguramiento de la calidad en los procesos productivos.	Conocer y aplicar los sistemas de aseguramiento de calidad desde el control y la calidad de las organizaciones.	Implementar sistemas de gestión de calidad, formular, evaluar y hacer seguimiento a proyectos de mejoramiento continuo	
Gestión de operaciones y procesos	Desarrollo de las habilidades requeridas para la elaboración de la documentación requerida en los procesos productivos, la elaboración e interpretación de planos, la medición de las variables asociadas con el aprovechamiento de los recursos humanos y materiales con enfoques de mejoramiento de la productividad.	Implementar procedimientos de fabricación y procesamiento, del control de la disposición de las instalaciones de planta, máquinas o equipos; inspeccionando que todos los procesos se encuentren en óptimas condiciones de calidad, para garantizar el correcto funcionamiento de la organización.	Dirigir estudios y desarrollar y supervisar programas para lograr eficiencia en la producción industrial y en la utilización del recurso humano, la maquinaria y materiales.	
Formación complementaria	Ejecutar procesos de y operaciones en los departamentos responsables por el transporte, almacenamiento, distribución y movimiento de materiales bajo la dirección del supervisor de planta.	Complementar y perfeccionar por la línea de interés del estudiante el perfil de egreso de acuerdo a la titulación.	Planear, organizar, dirigir y controlar las operaciones de empresas de transporte o departamentos responsables por el transporte, almacenamiento, distribución y movimiento de bienes.	

Tabla 2. Competencias a generar por cada área y componente de formación en los ciclos de formación del ingeniero industrial

Conclusiones

En el entorno actual es cada vez más apremiante implementar, de una vez por todas, las metodologías modernas de enseñanza-aprendizaje. Los estudiantes de hoy son nativos digitales por lo que están acostumbrados a consumir gran cantidad de información por otras vías diferentes a los libros. Esto puede ser visto como una desventaja; sin embargo, las corrientes pedagógicas mencionadas en este trabajo, aprovechan al máximo estas nuevas características intrínsecas de los estudiantes.

Por otra parte, la dinámica empresarial actual demanda la creación de competencias laborales de forma rápida. Es por ello, que en ocasiones una carrera profesional larga, es vista como una desventaja; por lo que una formación por ciclos propedéuticos aporta ventajas competitivas a los estudiantes. Estos estudiantes pueden incorporarse rápidamente a la vida laboral al mismo tiempo que continúan con sus estudios. Este modelo favorece, además, la relación directa entre formación y acción, por encontrarse los estudiantes en un entorno laboral.

A pesar de los resultados que estos conceptos pedagógicos y metodológicos pueden aportar a la formación de habilidades en los estudiantes, existen barreras que pueden frenar o dificultar su aplicación. El trabajo exige más tiempo de preparación metodológica de los profesores, donde ahora deben estar más contextualizados a nivel nacional e internacional y actualizados en empleo tecnologías. En el caso de los estudiantes, en el inicio expresan su poca confianza en efectividad del método, hasta el momento en que se adaptan y pueden ver las ventajas del mismo.

Referencias

- [1] DECRETO 1860 DE 1994 1994.
- [2] UNESCO, "“La ingeniería impulsa el progreso humano”," ed: Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, 2018.
- [3] (2017). La Educación transforma vidas.
- [4] ONU, "Agenda 2030 y Objetivos de Desarrollo Sostenible," vol. S.18.II.G.22, CEPAL, Ed., ed. Santiago Chile: Naciones Unidas, 2018.
- [5] J. A. Acevedo Suárez, "Los métodos de enseñanza en la Ingeniería Industrial," presented at the VIII CELALE, Palacio de Convenciones La Habana, Cuba, 2018.
- [6] F. Gavrel, Lebon, I. , Rebière, T., "Formal Education Versus Learning-by-Doing," vol. Discussion Paper No. 8341, I. U. o. Caen, Ed., ed, 2014.
- [7] N. Cosme, M. Z. Hauschild, C. Molin, R. K. Rosenbaum, and A. Laurent, "Learning-by-doing: experience from 20 years of teaching LCA to future engineers," Int. J. Life Cycle Assess., vol. 24, no. 3, pp. 553--565, 2019/03/01/ 2019.
- [8] M. C. Fuentes Zurita. (2014) El problema de la educación en relación con las nuevas tecnologías : El debate formación, auoformación y aprendizaje. Tiempo sección Laberinto.

- [9] G. E. Capote León, N. Rizo Rabelo, and G. Bravo López, "La formación de ingenieros en la actualidad. Una explicación necesaria," *Revista Universidad y Sociedad*, vol. 8, pp. 21-28, 2016.
- [10] F. Marín-González, L. d. J. Cabas, L. C. Cabas, and A. J. Paredes-Chacín, "Formación Integral en Profesionales de la Ingeniería. Análisis en el Plano de la Calidad Educativa," *Formación universitaria*, vol. 11, no. 1, pp. 13-24, 2018.
- [11] C. M. González Álvarez, *Aplicación del constructivismo social en el aula*, Guatemala, 2012. [Online]. Available: <http://repositorio.minedu.gob.pe/handle/20.500.12799/4660>.
- [12] H. A. Hadim and S. K. Esche, "Enhancing the engineering curriculum through project-based learning," in *32nd Annual Frontiers in Education*, 2002, vol. 2, pp. F3F-F3F: IEEE.
- [13] C. J. G. Barrera, W. H. Z. Peña, V. D. Novoa, and A. F. M. Quintero, "El potencial pedagógico del proyecto integrador como estrategia de aula," *Ingeniería solidaria*, vol. 13, no. 22, pp. 153-169, 2017.
- [14] H. G. López and C. L. G. Zuluaga, "El modelo de aprendizaje experiencial como alternativa para mejorar el proceso de aprendizaje en el aula," *Ánfora*, vol. 23, no. 41, pp. 37-54, 2016.
- [15] I. Gallego-Álvarez, "La contabilidad de gestión en la práctica empresarial como metodología de aprendizaje," 2010.
- [16] M. C. Martínez, M. J. R. Manzano, L. E. C. Lema, and L. C. V. Andrade, "Formación por competencias: Reto de la educación

superior," *Revista de ciencias sociales*, vol. 25, no. 1, pp. 94-101, 2019.

- [17] W. A. S. Zapata, "Formación por competencias en educación superior. Una aproximación conceptual a propósito del caso colombiano," *Revista iberoamericana de educación*, vol. 36, no. 9, p. 1, 2005.
- [18] C. A. Collazos and J. Mendoza, "Cómo aprovechar el "aprendizaje colaborativo" en el aula," *Educación y educadores*, vol. 9, no. 2, pp. 61-76, 2006.
- [19] J. Peñaloza-Guerrero, "Incidencia del aprendizaje colaborativo en la práctica educativa," *Didácticas Específicas*, 2017.
- [20] A. I. Chuchalin, "Modernization of the three-cycle engineering education based on FSES 3++ and CDIO++," *Vysshee Obrazovanie v Rossii*, vol. 27, no. 4, 2018.
- [21] S. García Echevarría and E. Martínez Ataz, *Bachelor-Master en la cultura universitaria europea: retos y oportunidades*. 2005.
- [22] Ministerio de Educación Nacional. (2009). *Formación por ciclos propedéuticos*. Available: <https://www.mineducacion.gov.co/1621/article-196476.html>
- [23] Ley 749 de Julio 19 de 2002, 2002.
- [24] Ley 749 de Julio 19 de 2002, 2002.
- [25] G. Cardozo Barreto, "Cadenas de formación y ciclos propedéuticos," *Innovación y ciencia*, vol. 18, no. 4, pp. 28-34, 2011.

- [26] F. E. Sánchez Ardilan and F. E. Rodríguez Medina, "Aspectos curriculares del programa académico: elementos prácticos para su formulación," in Elementos fundamentales de la ingeniería en telecomunicaciones emergentes y análisis contextuales, P. A. Gaona García, Ed. Bogotá, Colombia: Editorial Universitaria San Mateo, 2019, pp. 52-77.
- [27] Institute of Industrial & System Engineers, "The Industrial Engineering Body of Knowledge," ed, 2019.
- [28] L. J. Tirado et al., "Competencias profesionales: una estrategia para el desempeño exitoso de los ingenieros industriales," Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia, no. 40, pp. 123-139, 2007.