

Colección
Investigación



Enfoques, Teorías y Perspectivas de la **Ingeniería Industrial** y sus Programas Académicos



Enfoques, Teorías y Perspectivas de la Ingeniería de la Industrial y sus Programas Académicos

Luty Gomezcáceres y César José Vergara Rodríguez
Editores/compiladores

Autores

*José Luis Ruiz Meza
César José Vergara Rodríguez
Jairo Andrés Montero-Perez
Rafael Paternina Carrascal
Pablo César Pérez Buelvas
Rafael Merlano Porto
Ramiro Otero Paternina
Jorge Enrique Dumar Rueda
Rodrigo Daniel Salgado Ordosgoitia
Mario Frank Pérez Pérez
Yony del Cristo Benedetti Romero
Angélica Torregroza Espinosa
Luty Gomezcáceres*



2018

Este libro es resultado de investigación, evaluado bajo el sistema doble ciego por pares académicos.

Corporación Universitaria del Caribe - CECAR

Noel Morales Tuesca

Rector

Alfredo Flórez Gutiérrez

Vicerrector Académico

Jhon Víctor Vidal

Vicerrector de Ciencia, Tecnología e Innovación

Luty Gomez CÁCERES

Director de Investigaciones

Jorge Luis Barboza

Coordinador Editorial CECAR

Editorial.cecicar@cecicar.edu.co

Colección Investigación

© 2018. Enfoques, Teorías y Perspectivas de la Ingeniería de Industrial y sus Programas Académicos

ISBN: ISBN: 978-958-8557-69-4 (digital)

DOI: <https://doi.org/10.21892/9789588557694>

Editores/compiladores: Luty Gomez CÁCERES y César José Vergara Rodríguez.

Autores: José Luis Ruiz Meza, César José Vergara Rodríguez, Jairo Andrés Montero-Pérez, Rafael Paternina Carrascal, Pablo César Pérez Buelva, Rafael Merlano Porto, Ramiro Otero Paternina, Jorge Enrique Dumar Rueda, Rodrigo Daniel Salgado Ordosgoitia, Mario Frank Pérez Pérez, Yony del Cristo Benedetti Romero, Angélica Torregroza Espinosa, Luty Gomez CÁCERES.

Sincelejo, Sucre, Colombia

Enfoques, Teorías y Perspectivas de la Ingeniería Industrial y sus Programas Académicos / Luty del Carmen Gomez CÁCERES Pérez... [y otros once]. – Sincelejo : Editorial CECAR, 2018.

138 páginas : gráficas, tablas ; 23 cm.

Incluye referencias bibliográficas al final de cada capítulo.

ISBN: 978-958-8557-69-4 (digital)

1. Ingeniería Industrial - ARMARC 2. Educación Superior- ARMARC 3. Acreditación - ARMARC 4. Colombia - ARMARC 5. Departamento de Sucre- ARMARC 6. I. Gomez CÁCERES Pérez, Luty del Carmen II. Vergara Rodríguez, César José III. Ruiz, José Luis IV. Paternina Carrascal, Rafael V. Pérez Buelvas, Pablo VI. Montero Pérez, Jairo VII. Merlano Porto, Rafael VIII. Dumar Rueda, Jorge IX. Salgado Ordosgoitia, Rodrigo Daniel X. Pérez Pérez, Mario Frank XI. Torregroza Espinosa, Angélica María XII. Benedetti, Yony del Cristo XIII. Otero Paternina, Ramiro VX. Título.

620 E5699 2018

CDD 21 ed.

CEP - Corporación Universitaria del Caribe, CECAR. Biblioteca Central - COSiCUC

Tabla de Contenido

<i>Presentación</i>	5
<i>Introducción</i>	7

Capítulo I

HISTORIA DE LA INGENIERÍA INDUSTRIAL	9
---	---

José Luis Ruiz Meza
César José Vergara Rodríguez

Capítulo 2

ENFOQUES TEÓRICOS DE LA INGENIERÍA INDUSTRIAL	37
--	----

Jairo Andrés Montero-Perez
Rafael Paternina Carrascal
Pablo César Pérez Buelvas

Capítulo 3

TENDENCIAS DEL PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL	63
---	----

Rafael Merlano Porto
Ramiro Otero Paternina

Capítulo 4

PANORAMA NACIONAL DE LOS PROGRAMAS DE INGENIERÍA INDUSTRIAL	139
--	-----

Jorge Enrique Dumar Rueda
Rodrigo Daniel Salgado Ordosgoitia
Mario Frank Pérez Pérez

Capítulo 5

**PANORAMA INSTITUCIONAL DEL PROGRAMA
INGENIERÍA INDUSTRIAL 167**

Yony del Cristo Benedetti Romero

Angélica Torregroza Espinosa

Luty Gomezcáceres

Los programas académicos de Instituciones de Educación Superior deben orientarse y ajustarse eventualmente a las demandas sociales y económicas del entorno local, regional y mundial; es por ello que surge la necesidad de conocer los fundamentos teóricos y epistemológicos que los soportan, las principales disciplinas que los conforman, así como los distintos procesos históricos de desarrollo que han tenido hasta llegar a la actualidad. De igual manera se requiere comprender la dinámica del territorio y las tendencias de frontera que van a determinar el camino del quehacer de los programas en los años venideros.

Este libro resultado de investigación, permite además de hacer una revisión general de los fundamentos teóricos y epistemológicos de los Programas de cada Programa, establecer aquellos elementos diferenciadores que hacen pertinente y único la oferta proporcionada por la Corporación Universitaria del Caribe - CECAR. Para ello los autores compararon distintos programas en el orden nacional, analizaron el desempeño de los egresados en el entorno y la preponderancia del programa en el desarrollo regional.

Este producto de nuevo conocimiento, que se generó con la participación de la mayoría de docentes de los programas de la Corporación, servirá de guía y de base para una planificación prospectiva que conlleve a la realización de ajustes curriculares pertinentes que conlleven a una mejora práctica docente y a una formación más pertinente de nuestros estudiantes. No me queda más que reconocer el esfuerzo de los autores, exhortarlos a impulsar su aprovechamiento para el desarrollo de cada programa y recordarles la importancia que tiene lo hecho para el avance de nuestra institución en particular y de la educación superior, en general.

Jhon Víctor Vidal Durango
Vicerrector de Ciencia, Tecnología e Innovación
Corporación Universitaria del Caribe CECAR

El presente trabajo pretende hacer una aproximación a los fundamentos y origen de la ingeniería industrial, y, de esa manera, poder evidenciar su desarrollo y la importancia que ha ido adquiriendo en el desarrollo de la industria. Esta investigación se realizó por el interés de tener a disposición de la comunidad de la Corporación Universitaria del Caribe - CECAR, un documento que se constituya en una herramienta para introducir al estudiante en el ámbito que ejercerá profesionalmente e, igualmente, le permita ver la necesidad de la formación y dominio en detalle que debe tener en las distintas ramas.

En este orden de ideas, este libro presenta en el Capítulo I una revisión del desarrollo de la Ingeniería Industrial en el mundo, haciendo énfasis en Colombia. Revisión que inicia en la última década del siglo XIX y termina en la primera década del siglo XXI.

En el Capítulo 2 se establece el estado actual de la Ingeniería Industrial, en relación con la ciencia, la disciplina y la técnica, y los enfoques disciplinares que la soportan.

En el Capítulo 3 se relacionan las principales tendencias de la Ingeniería Industrial en el mundo, las principales asociaciones que existen e, igualmente, se hace una mirada de las tendencias en las publicaciones de artículos y otros tipos de producciones relacionadas con las diferentes disciplinas que conforman la Ingeniería Industrial.

En el Capítulo 4 se hace un análisis del panorama de los programas de Ingeniería Industrial en Colombia, considerando el número de programas ofertados en el país, la modalidad, el número de créditos de los programas, el número de programas con acreditación de alta calidad nacional e internacional, y los perfiles ocupacionales o de desempeño de los egresados.

Finalmente, el Capítulo 5 muestra el estado actual del programa de Ingeniería Industrial de la Corporación Universitaria del Caribe—CECAR, su relación con los objetivos de desarrollo sustentable y con las apuestas nacionales y locales.

Luty Gomezcáceres

Capítulo I

HISTORIA DE LA INGENIERÍA INDUSTRIAL

José Luis Ruiz Meza¹
César José Vergara Rodríguez²

Resumen

En este Capítulo del libro se encuentra una revisión de los principales hitos y actores que marcaron el desarrollo de la Ingeniería Industrial a largo de la historia en el mundo y, particularmente, en Colombia. En la construcción de este documento, se estableció un diseño de investigación no experimental, de tipo transaccional o transversal, con un alcance descriptivo, en donde se revisaron diferentes tipos de trabajos de investigación, lo que se tomó como insumo para construir una línea de tiempo, en donde se describe la evolución de esta disciplina. En el aparte inicial de este Capítulo se describen cronológicamente, los trabajos de los actores que marcaron las principales tendencias en esta disciplina en el mundo. Esta revisión inicia en la última década del siglo XIX, examinando los trabajos de Frederick Taylor y Henry Metcalfe, hasta llegar al análisis de la influencia que tiene en esta disciplina las nuevas tendencias como los Negocios Electrónicos, el Internet, las Telecomunicaciones, el Broadcasting, entre otros, en la primera década del siglo XXI. En el contexto colombiano, se revisan los diferentes puntos de vista que

1 Ingeniero Industrial de la Corporación Universitaria del Caribe—CECAR, con título de Maestría en Logística Integral de la Universidad Tecnológica de Bolívar. Vinculado como docente de tiempo completo desde el año 2018 en el Programa de Ingeniería Industrial de la Facultad de Ciencias Básicas, Ingeniería y Arquitectura de la Corporación Universitaria del Caribe—CECAR. **Correo:** jose.ruizm@cecar.edu.co

2 Ingeniero Industrial de la Universidad Nacional de Colombia, con título de Especialista en Logística Integral del Instituto Tecnológico Metropolitano—ITM, y actualmente adelanta estudios de Maestría en Logística Integral en la Universidad Tecnológica de Bolívar. Vinculado como docente de tiempo completo desde el año 2014, y como Coordinador Académico desde el año 2016 en el programa de Ingeniería Industrial en la Facultad de Ciencias Básicas, Ingeniería y Arquitectura de la Corporación Universitaria del Caribe—CECAR. **Correo:** cesar.vergara@cecar.edu.co

existen acerca de los orígenes de la Ingeniería en Colombia. En esta parte, se discute el aporte realizado por las comunidades indígenas, los europeos y las comunidades afrodescendientes. Adicionalmente, se reconoce el trabajo de personajes que impulsaron a la Ingeniería Industrial en el país como profesión, así como también el origen de la enseñanza de esta ocupación en el país.

Palabras Clave: Ingeniería Industrial, Tendencias, Historia, Colombia.

Abstract

In this chapter of the book is a review of the main milestones and actors that marked the development of Industrial Engineering throughout history in the world, and particularly in Colombia. In the construction of this document, a non-experimental, transactional or transversal research design was established, with a descriptive scope, in which different types of research work were reviewed, which was taken as input to construct a timeline describing the evolution of this discipline. In the opening section of this chapter, the works of the actors who set the main trends in this discipline in the world are described chronologically. This review begins in the last decade of the 19th century, examining the work of Frederick Taylor and Henry Metcalfe, and goes on to analyse the influence that new trends such as e-Business, the Internet, Telecommunications, Broadcasting, among others, have on this discipline in the first decade of the 21st century. In the Colombian context, the different points of view on the origins of engineering in Colombia are reviewed. This part discusses the contribution made by indigenous communities, Europeans and communities of African descent. In addition, the work of people who promoted Industrial Engineering in the country as a profession is also recognized, as well as the origin of the teaching of this occupation in the country.

Keywords: Industrial Engineering, Trends, History, Colombia

Introducción

Desde la invención de las máquinas de vapor, que impulsaron el desarrollo Industrializado en Inglaterra desde el siglo XVIII y, posteriormente, su adopción y nuevas contribuciones dadas en Estados Unidos, se dio el origen de las Ingenierías Industriales y mecánicas, promovidas por los diversos aportes que se realizaron a lo largo de esta época, (Baker, 1957). Siendo el objetivo principal, el aumento de la productividad, concebida como la obtención de un mayor número de bienes y/o servicios con menores recursos empleados (Morales & Masis, 2014).

Sin embargo, el enfoque no se limitó a la invención de nuevas máquinas, sino que abarcó el diseño de nuevos métodos de trabajo, sistemas de costos y metodologías que permitían aumentar la productividad de cada trabajador y de la fábrica en general (Ferrell, 2008). Dentro de estas metodologías, las más importantes, además de la administración científica y la Ingeniería de la eficiencia, fueron los diseños de los estudios de métodos y movimientos, los cuales se convirtieron en herramientas de gran relevancia en el campo de la Ingeniería Industrial, y que se aplican en la actualidad (Niebel & Freivalds, 2009). Entre los autores principales de estos aportes, se encuentra Frederick Taylor, quien es considerado como el padre de la Ingeniería Industrial.

En este Capítulo del libro se esboza, inicialmente, una línea de tiempo que data desde los inicios de la Industrialización, hasta los aportes contemporáneos, que, a partir del valioso estudio de métodos y tiempos, dejaron sentadas las bases de la Ingeniería Industrial como disciplina y que se concretó con el surgimiento de la investigación de operaciones y los temas concernientes a la seguridad Industrial del trabajador (Zambrano & Alvarado, 2011).

Se consideran los aportes de los esposos Gilberth, de Fayol, Babbage, Harrington y otros autores importantes que nutrieron las bases de la carrera, y que, gracias a esto, hoy en día la Ingeniería Industrial adquiere una gran relevancia en las empresas de cualquier naturaleza, con un diverso campo de acción y en una pluralidad de áreas tanto administrativas, como de producción, Ingenierías de métodos, diseño de productos y procesos, administración de la calidad, administración de proyectos, la creación de

empresas, entre muchas otras (Zambrano & Alvarado, 2011; Mosquera, 2002).

En este sentido, la Ingeniería Industrial nace para abarcar todos los problemas concernientes tanto al control de la producción y la calidad, el diseño de industrias y métodos de costos, como la implementación de la investigación de operaciones que surge como consecuencia de la Segunda Guerra Mundial, y la seguridad de los trabajadores en cuanto a los riesgos y enfermedades que se pueden desencadenar de sus actividades laborales.

A lo largo de la historia mundial, la Ingeniería se ha identificado como una herramienta fundamental para el desarrollo de los pueblos y el mejoramiento de su nivel de vida. En Colombia, el desarrollo de esta disciplina ha estado presente en los últimos 180 años de su historia. Sus aportes se han evidenciado en casi todas las actividades económicas del país, desde la agricultura y la minería tradicional, hasta el moderno sector eléctrico (Valencia, 2000). Adicional al análisis de los orígenes de la Ingeniería Industrial en el contexto mundial, en este Capítulo se examinan los inicios de esta disciplina en el territorio colombiano. En este examen, se detallan los acontecimientos históricos que marcaron su desarrollo, así como también los principales personajes e instituciones que direccionaron la enseñanza de esta profesión en el país.

Metodología

El objetivo fundamental de este Capítulo de libro es realizar una revisión de los principales hechos que marcaron el desarrollo de la Ingeniería Industrial a largo de la historia y, particularmente, en Colombia. Metodológicamente, para realizar la construcción de este Capítulo, se estableció un diseño de investigación no experimental, de tipo transaccional o transversal, con un alcance descriptivo. Este diseño inicia con la realización de una búsqueda y un análisis de diferentes tipos de trabajos científicos que recogieran la evolución de Ingeniería Industrial en todo el mundo. Para este fin, se revisaron trabajos científicos publicados en revistas indexadas en Publiindex, ISI, y Scopus, así como también Capítulos de libros que abordaran esta temática.

Seguidamente, se definieron dos líneas de trabajo diferenciables en este Capítulo para analizar la revisión realizada. La primera, apunta al análisis del origen de la profesión de la Ingeniería Industrial en el contexto mundial; y la segunda, examina los inicios de esta disciplina en Colombia. Dentro del análisis realizado en el ambiente mundial, primero se clasificaron los diferentes aportes a esta disciplina encontrados en fases, las cuales obedecen un orden cronológico. Cada una de estas fases denota un hito en la historia de esta profesión, relacionando a su vez sus principales artífices. La línea de trabajo que contempla los inicios de la Ingeniería Industrial en Colombia, inicia identificando las principales influencias que tuvo la Ingeniería prehispánica en Colombia, para luego identificar cronológicamente cuáles personajes e instituciones fueron los precursores de esta disciplina en el país. Finalmente, se presentan las discusiones y conclusiones generadas por este trabajo.

Una Mirada a los Precursores de la Ingeniería Industrial en el Mundo

La Ingeniería Industrial se puede considerar como una de las funciones administrativas más amplias, debido a la gran variedad de actividades a las que puede apuntar en la búsqueda de la optimización de los recursos y eficiencia de los sistemas, diferenciada de otras Ingenierías cuya formación se acota al objeto de su propósito, mientras que la Ingeniería Industrial abarca todas las actividades administrativas, sumadas a las de diseño, mantenimiento y control, que, por su naturaleza, no pueden ser asignadas o realizadas por otras Ingenierías (Ferrell, 2008).

Esta amplitud de actividades enmarcadas en la Ingeniería Industrial, viene dada desde los inicios de su creación como profesión, incluso, desde antes de la revolución Industrial que tuvo sus orígenes en Inglaterra durante el siglo XVIII (Martin-Vega, 2001). En este sentido, antes de la adopción de herramientas y máquinas que ayudaban al aumento de la productividad Industrializada, la elaboración de los productos se realizaba mediante un sistema “artesanal” que no generaba problemas administrativos, debido a la simplicidad del enfoque, en el cual cada trabajador podía laborar hasta que no había luz o hasta que tuviera fuerzas físicas (Baracca, 2002). Sin embargo, a partir de las invenciones que se fueron desarrollando, las empresas debían organizarse de manera que se lograra una articulación con

los nuevos aparatos y las nuevas fuentes de energías, para poder generar ventajas a partir de la innovación, diseñando y rediseñando sus líneas de producción (Ferrell, 2008).

Uno de los primeros aportantes, tanto en la invención de máquinas que aumentaban el proceso productivo y su articulación en las fábricas, fue Sir Richard Arkwright, quien inventó y patentó, en 1769, el marco giratorio para mejorar la fabricación de algodón y la implementó en las fábricas, acompañada de un control administrativo que permitía normalizar la producción y las operaciones de los trabajadores, convirtiendo a la industria algodonera en la más grande de la nación (Hiil, 1969).

Otra industria fortalecida por el desarrollo de nuevas ideas y procesos Industriales, fue la de cerámica, la cual, bajo el ingenio de Josiah Wedgwood, en 1772, logró el desarrollo de la producción masiva de cerámicas (Wedgwood Potteries) y la mejora de los canales de transporte de la mercancía de manera más simple y económica. Además, se le atribuye ser uno de los pioneros en el desarrollo y aplicación de un sistema de contabilidad de costos (Drake, 2005).

Retomando el auge de la industria algodonera, el siguiente aporte lo representa el empresario Robert Owen, quien fue denominado como el “socialista utópico”, y que, siendo el director de la fábrica más exitosa e innovadora de Gran Bretaña, generó mejores condiciones para sus trabajadores en el molino de New Lanark, luego de su adquisición en 1789, mediante la motivación y transformación de los obreros en trabajadores con mayor productividad, mayor índice de felicidad y satisfacción, apoyados de una educación proporcionada. Adicionalmente, se le atribuye ser el primer socialista proponente del día laboral de ocho horas (Santos Redondo, 2002).

A pesar de estos avances innovadores que generaron cambios en la sociedad misma, las factorías, creadas por la conveniencia del empresario de centrar en un mismo lugar los telares y que los trabajadores se desplazaran hasta allá a realizar sus labores, aún dependían de la fuerza del agua, del hombre e incluso de los animales, para poder accionar y mover estas nuevas máquinas, quedando un tanto limitadas a pesar de las diversas mejoras que se les realizaban y que, en cierta medida, retrasaron la invención del motor a vapor (Baracca, 2002).

Por esta razón, paralelamente en la época, James Watt recibe la petición de mejorar la máquina de vapor inventada por el herrero Thomas Newcomen, en 1712, hecho que, posteriormente, Watt pudo lograr y patentar en 1769, surgiendo así la primera máquina de vapor y mejorada por él mismo en 1782. Esta máquina fue un gran impulso a la era de la Industrialización y el desarrollo de la era capitalista, en donde Watt, en sociedad con Matthew Boulton, crearon una fábrica de máquinas de vapor, con las cuales se impulsó la productividad en las fábricas.

Al momento de darse este nuevo auge que caracterizó a la revolución Industrial, se inició la invención de las máquinas de vapor de otros autores; entre ellos, uno de gran relevancia fue Richard Trevithick, quien, en 1798, creó una máquina de vapor que, a diferencia de la de James Watt, era de alta presión y más pequeña, logrando albergarse casi que en cualquier lugar de la factoría, evitando así tener que construir o disponer de grandes espacios para ubicar las máquinas, (Haynes, 1998). Sin embargo, a finales de 1800, la tercera parte de las máquinas utilizadas en las industrias fueron fabricadas por Watt (Baracca, 2002).

Paralelo al avance de las factorías, se realizaron grandes aportes a la Ingeniería Industrial en cuanto al estudio del trabajo, siendo uno de los precursores el ingeniero francés Jean Rodolphe Perronet, quien, en 1760, inició la realización de estudios de tiempos en la fabricación de broches. Trabajo complementado, posteriormente, por el inglés Charles Babbage en 1820 (Niebel & Freivalds, 2009), quien, además de la máquina de diferencial, creó los sistemas analíticos cuya finalidad era la mejora de las operaciones. Su principio se enfocaba en la división del trabajo y/o los procesos productivos, para identificar las partes simples y complejas, y adjudicar estas últimas a trabajadores más capaces, con la finalidad de ahorrar capital en mano de obra (Sartelli, 1999).

El trabajo de Babbage fue uno de los más avanzados en la época, para el aumento de la productividad en la nueva era industrializada (Ferrell, 2008). Solo años más tarde en 1881, surge uno de los aportes más importantes en la historia de la Ingeniería Industrial, siendo el estadounidense Frederick Winslow Taylor, considerado como el padre de la Ingeniería Industrial, a quien se le adjudica un nuevo sistema de trabajo que se basa en la “tarea”. Esta tarea es dividida en “elementos”, a los cuales se les realiza un estudio

de tiempos de manera individual, con miras a determinar el tiempo total de cada tarea para poder estandarizarla (Niebel & Freivalds, 2009).

Taylor no se quedó solo en esto, sino que también determinó que se debían entregar las instrucciones de las tareas a realizar a cada trabajador, las cuales eran planeadas con un día de anticipación por la gerencia. Esto, con la finalidad de lograr una mayor productividad, pero dejando a un lado los aspectos emocionales del trabajador y mirándole como una simple máquina. Publicando así, en 1903, ante la Sociedad Estadounidense de Ingenieros Mecánicos (ASME) el trabajo titulado: “Shop Management”, conformado por técnicas de estudios de tiempos, estandarización de herramientas y máquinas, uso de cálculos para determinar los tiempos, tarjetas de instrucciones, sistemas de costos, de rutas, de clasificación de productos, etc. (Niebel & Freivalds, 2009).

Adicionalmente, Taylor publicó en 1911 el libro titulado *The Principles of the Scientific Management*, considerándose también el padre de la administración científica, basada en cuatro principios, con el cual refuerza todos sus aportes: la organización científica del trabajo, la selección científica y la capacitación del trabajador, cooperación entre directivos y operarios, y división del trabajo entre administradores y operarios (Mayol, 2013).

Los aportes de estudios de métodos de Taylor obtuvieron mayor relevancia con el trabajo que realizaron los esposos Frank y Lilian Gilberth en cuanto al estudio de movimientos, en donde se identificaron todos los movimientos corporales básicos para la realización de una tarea. Estos movimientos básicos —que en total fueron 18— se denominaron “los therbligs”, categorizados como eficientes e ineficientes, siendo la finalidad la eliminación de los ineficientes, optimización de eficientes y organización del método (Niebel & Freivalds, 2009). En este punto, la industria reconoce la importancia de los movimientos corporales en el aumento de la producción, llegando a ser la base de trabajo para la realización de los estudios de tiempos, que, actualmente, son empleados por los ingenieros industriales (Ferrell, 2008).

La importancia de estos avances innovadores —tanto en la industrialización como en la organización del trabajo— que se dan paralelamente en la búsqueda de la obtención de una mayor productividad,

sin duda alguna, son el punto de nacimiento para la Ingeniería Industrial (Baker, 1957).

Estos avances y aportes en el campo de aplicación de la Ingeniería Industrial siguieron aumentando, evidenciándose trabajos importantes y publicaciones de métodos que aún se consideran e implementan en las industrias. Entre estos, el trabajo realizado por el estadounidense Harrington Emerson, el cual publicó en 1911 el libro “The Twelve Principles of Efficiency”, con el cual establece los 12 principios de la Eficiencia y los aplica en una compañía, organizando procedimientos nuevos de compras, costos, estandarizaciones y generando ahorros significativos. Este método se reconoce como la Ingeniería de la Eficiencia (Niebel & Freivalds, 2009), cuyos principios son: ideales definidos claramente; sentido común; asesoría competente; disciplina; trato justo; registros confiables, inmediatos y adecuados; distribución de las órdenes de trabajo; estándares y programas; condiciones; operaciones estándar; instrucción de la práctica estándar por escrito; y recompensa a la eficiencia (Ferrell, 2008).

El aumento de la producción que se había logrado, resultado —entre otras acciones— de los planes de incentivos que, posteriormente, sufrieron un recorte inescrupuloso por parte de las directivas, vuelve a decaer, puesto que el trabajador rechaza los efectos deshumanizantes de la Ingeniería Industrial, al sentirse como en un proceso “acelerado” para la obtención de un mayor número de productos.

A la luz de esto, el aporte de Henry Laurence Gantt, en 1917, da un nuevo giro a la administración científica, visionándola más allá de un proceso acelerado, gracias a la implementación de un nuevo sistema de pagos de salarios en donde se premiaba al trabajador con el desempeño por encima del estándar, pero dándole mucha relevancia a las relaciones humanas (Niebel & Freivalds, 2009). La medición de la productividad se realizaba mediante gráficas o diagramas denominados “diagramas de Gantt”, los cuales brindaban una comprensión rápida y efectiva para los directivos (Weaver, 2012).

Dados los efectos deshumanizantes de la Ingeniería Industrial en los trabajadores, se aprueba una ley que limitaba los estudios de tiempos, dando mayor relevancia y uso al estudio de movimientos de los Gilberth, que se encontraba un poco rezagado hasta los años comprendidos entre

1920 y 1930, en donde se generaron valiosas publicaciones que rescataban la importancia de la implementación de estas metodologías (Ferrell, 2008). En el estudio de movimientos y de tiempos estos se encontraban separados. Sin embargo, para 1934, con la publicación de Harold B. Maynard, en donde establece el término de la Ingeniería de Métodos, disminuye la polarización de estas dos metodologías, debido que, en alguna forma, ambas se complementan.

En este sentido, la Ingeniería de Métodos puede concebirse como una técnica que busca el aumento de la productividad mediante la identificación de las operaciones que hacen parte del trabajo, con el fin eliminar aquellas que no generen valor agregado y poder realizar las actividades con mayor eficiencia y de manera estándar, determinando, posteriormente, los tiempos estándares para las realizaciones de dichos procesos. Este proceso va desde el diseño de los centros y puestos de trabajo en donde se realizan las operaciones, hasta el seguimiento de las mismas y sus posteriores mejoras continuas (Ferrell, 2008; Niebel & Freivalds, 2009).

Posteriormente, Maynard y Gustave Stegemerten establecen la manera sistemática para el análisis de las condiciones para la realización de una operación, de manera que se pueda observar en qué punto se pueden efectuar mejoras, y la publican en 1939 en su libro *Operation Analysis* (Ferrell, 2008; Maynard & Stegemerten, 1939).

Con el surgimiento de todos los aportes mencionados anteriormente, se crean, además, organizaciones que permiten acercar la ciencia a la Ingeniería Industrial. Entre estas tenemos a la Taylor Society, fundada en 1915; la Sociedad de Ingenieros Industriales, fundada en 1917; que luego se fusionan, en 1936, para fundar a la Sociedad para el Avance de la Administración (SAM por sus siglas en inglés). Adicionalmente, en 1948, surge el Instituto de Ingenieros Industriales y de Sistemas (IISE), cuyo finalidad es el apoyo de la Ingeniería Industrial, de la calidad y la productividad para mantener la Ingeniería Industrial a nivel profesional (Niebel & Freivalds, 2009).

Un aporte —que sin duda no se puede dejar sin mencionar— es el padre de la producción en cadena, Henry Ford (Toma, 2005), quien tuvo como ideal la fabricación de automóviles económicos en términos de costos de producción y precio de venta. Ford fue el creador del revolucionario

“Modelo T”, en 1908, con el cual se vio casi que obligado a diseñar en 1913 una línea de ensamble que le permitiera a su compañía —la Ford Motor Company— producir un auto en casi 93 minutos, debido a la alta demanda que se generó (Zambrano & Alvarado, 2011).

Luego del Fordismo —que puede ser concebido como un sistema de trabajo en línea continua, con organización parcializada del trabajo y estandarizada— surge el Toyotismo, en la década de 1980, tomando mayor relevancia que el modelo de Ford, debido a la implementación del sistema justo a tiempo (JIT por sus siglas en inglés), con el cual se abandona el sistema masivo de producción y se atendían las necesidades de los clientes, sumados a un control total de la calidad (Zuccarino, 2012).

El control total de la calidad surge en la década de 1960 gracias a los aportes de William Edwards Deming, quien acuñó los 14 Principios de la Calidad, considerándose como el máximo exponente de la calidad, y Joseph Juran, quien expuso la trilogía de Juran, que consta de tres procesos: planificación, control y mejora de la calidad, y además aplicó el concepto de la “Ley de Pareto”, diseñada por el economista Vilfredo Pareto en 1906 (Sales, 2013; Barroso, 2007). En este sentido, la calidad ha sido y será uno de los aspectos más importantes a considerar dentro del campo de acción de la Ingeniería Industrial, y que ha tenido una evolución a través del tiempo desde su responsabilidad a cargo de cada trabajador, luego de los inspectores de calidad, hasta su direccionamiento hacia los procesos, denominándose como Gestión de la Calidad Total (TQM por sus siglas en inglés) (Zambrano & Alvarado, 2011).

Sin duda alguna, otro aspecto importante de la Ingeniería Industrial es la investigación de operaciones, la cual surge gracias al direccionamiento a la industria de los modelos empleados en la resolución de los problemas militares en la Segunda Guerra Mundial. Con este nuevo enfoque, se buscó la solución de problemas para la asignación de los recursos disponibles de la manera más eficiente para la organización, (Hillier & Lieberman, 2010).

Uno de los autores de mayor relevancia fue George Dantzig, quien desarrolló en 1947 el Método Simplex, empleado para la resolución de problemas de programación lineal (Hillier & Lieberman, 2010; Zambrano & Alvarado, 2011). Sin embargo, la aplicación de la investigación de operaciones solo florece con el apoyo de los recursos computacionales,

debido a la complejidad de los problemas que se presentan en la asignación de recursos, como transportes, inventarios, localizaciones, entre otros.

En este sentido, a la luz de la evolución de la Ingeniería Industrial en el mundo, se han considerado diversos aportes que hoy en día sustentan la base de los diversos campos de esta carrera. Así como los estudios de tiempos, movimientos, calidad, e investigación de operaciones, otro campo que fue generando valiosos aportes durante el desarrollo de la Industrialización fueron los procesos de manufactura.

En este campo se evidenciaron los aportes de sistemas para la planeación de requerimientos de materiales (MRP por sus siglas en inglés) formalizada por Joseph Orlicky y George Plossi, (1994), al igual que la planeación de los recursos empresariales (ERP por sus siglas en inglés), promovida en la década de 1980 por la Sociedad Americana de Producción y Control de Inventarios (Yeh, Yang, & Lin, 2007), y que, en esencia, son apoyadas por software y sistemas computacionales (Zambrano & Alvarado, 2011).

El desarrollo de software para facilitar la aplicación de diversas metodologías y la consecución de resultados en términos de optimización y/o eficiencia, marca un eslabón de suma importancia en la Ingeniería Industrial. Con la introducción de las computadoras, se desarrollaron aplicaciones sistematizadas de estudios del trabajo, tales como la Técnica Maynard de Operaciones en Secuencia (MOST por sus siglas en inglés), propuesta en 1960 por Maynard para establecer estándares mediante actividades lógicas definidas en modelos secuenciales, y que superaba los inconvenientes que presentó la técnica de Medición de Métodos y Tiempos (MTM, por sus siglas en inglés) desarrollada en 1948, en cuanto al manejo de una gran cantidad de datos detallados durante su aplicación (Karim, Emrul Kays, Amin, & Hasan, 2014).

Tabla 1

Aportes en la conceptualización de la Ingeniería Industrial a través de la historia

Fases	Año/Hito	Herramientas	Autor
Administración Científica	Finales de 1800 y primera década de 1900	Registro para el control de costos y fichas para pago de remuneraciones	Henry Metcalfe
		Administración científica del trabajo. Estudio de trabajo, programación de producción, Productividad. micromovimientos	Frederick Taylor
Primera fase: amplio desarrollo de las bases de la administración científica	Años 1910 a 1920	Estudio de micromovimientos	Esposos Gilberth
		Gráfica de línea de ensamble	Henry Ford
		Gráfica de programación de actividades	Henry Gantt
		Modelo de lote económico en gestión de stocks	F. W. Harris
Segunda fase: aparición del enfoque humano como opuesto y complemento de la administración científica	Años 1930 *corresponde a esta fase	Muestreo de inspección y tablas estadísticas de control	Shewhart, Dodge y Romig
		Estudio de condiciones de trabajo	Elton Mayo
		Los equipos de trabajo afectados por la tecnología	Trist-Instituto Tavistock
Tercera fase: desarrollo de las ciencias formales en la solución de problemas de las organizaciones	Años 1940	Método simplex para la solución de problemas dentro de sistemas complejos	Grupos IO de UK y Dantzig
	Años 1950 -1960	Simulación, teoría de colas, líneas de espera, teoría de las decisiones, programación matemática, PERT -CPM	Investigadores y académicos de USA y Europa
		Cibernética, tecnología, teoría matemática, teoría de sistemas	von Bertalanffy

Fases	Año/Hito	Herramientas	Autor
Cuarta fase: desarrollo de las ciencias formales en la solución de problemas de las organizaciones	Años 1970	Programación y control de taller, MRP, pronósticos, gestión de inventario, gestión proyectos.	IBM, Orlicky, Wight
	Años 1980	Kanban, poka-Jokes, filosofía de la calidad, ciclo PDCA	Tai-Ichi Ohno, Deming y Juran
		Control de Manufactura: CIM, FMS, CAD/CAM, robótica	Empresas al-tec
		Teoría de restricciones, análisis de cuello de botella	Goldratt
	Años 1990	Administración de la Calidad Total: Premio Baldrige, ISO 9000, Ingeniería valor, mejora continua.	ANSI, ISO
		ReIngeniería: Análisis de procesos, análisis de valor, outsourcing, resizing	Hammer
		Cadena de Suministro: Software SAP/R3 cliente/servidor	SAP, Oracle
	Primera década del siglo XXI	Negocios electrónicos: Internet, telecomunicaciones, broadcasting	Amazon, eBay, América Online, Yahoo!.

Otro aporte importante, fueron los sistemas de diseños asistidos por computadoras y fabricación asistida por computadoras CAD/CAM (Desing Computer Aided / Design Computer Aided Manufacturing) los cuales facilitaron el diseño y el cálculo de ecuaciones matemáticas complejas, generando resultados muy rápidos, ahorrando recursos en tiempo y costos (Páramo, 1998).

De aquí en adelante, el uso de la automatización y de la inteligencia artificial en las grandes líneas, se fue consolidando teniendo en cuenta su aplicación a las líneas de producción que representan tareas repetitivas, además de su limitación por el alto costo y su vulnerabilidad en tiempos improductivos (Ferrell, 2008).

Por otra parte, la gestión humana toma una gran relevancia dentro de la Ingeniería Industrial, que va evolucionando a través del tiempo, desde la creación del Departamento de Relaciones Industriales; la creación del concepto del concepto de administración de recursos humanos en 1970, la gerencia del talento humano, hasta la gestión humana, el cual es el enfoque actual (Saunders, 1991; Zambrano & Alvarado, 2011).

Como hemos podido apreciar a lo largo de la historia, las bases que cimientan a la Ingeniería Industrial son muchas y en diversos campos de acción (Tabla 1). Los cuales condujeron a su conceptualización, siendo el más completo y asertivo el dado por el IISE, quien define a la Ingeniería Industrial como:

La Ingeniería Industrial se ocupa del diseño, la mejora y la instalación de sistemas integrados de personas, materiales, información, equipos y energía. Se basa en conocimientos especializados y habilidades en las ciencias matemáticas, físicas y sociales, junto con los principios y métodos de análisis y diseño de Ingeniería, para especificar, predecir y evaluar los resultados que se obtendrán de dichos sistemas. (Ferrell, 2008; IISE, 2016).

En este punto, teniendo ya claridad acerca de los principales hitos que marcaron el desarrollo de la Ingeniería Industrial en el mundo a lo largo de la historia, a continuación, se encuentra una síntesis de los inicios de la Ingeniería en Colombia, haciendo especial énfasis en la disciplina de la Ingeniería Industrial.

El Desarrollo de la Ingeniería Industrial en Colombia

Al igual que cualquier manifestación cultural, los orígenes de la Ingeniería en Colombia se pueden relacionar al menos con tres raíces diferentes. Uno de estos orígenes es el indígena, otro es el negro y el último aporte es el europeo. Esta postura es ampliamente debatida por Bateman

(1978) y Poveda (1993), quienes afirman que la cultura indígena en el territorio colombiano poseía pocos conocimientos en matemáticas, y solo destacaban obras de Ingeniería, como la construcción de caminos con la utilización de metodologías primitivas, y las técnicas de separación del oro de aluviones, así como también su fundición y manufactura. Por otro lado, Mora (1990) señala que:

Resulta curioso que se emplee un término que se refiere al arte de aplicar los conocimientos científicos a la técnica Industrial, cuando se habla de sociedades del periodo prehispánico. Sin embargo, se justifica esto último al ampliar la acepción del término, incluyendo dentro de la categoría aquellos procesos de experimentación y acumulación de conocimiento que dieron como resultado un procedimiento sistemático de manejo y aplicación de técnicas que transformen profundamente el paisaje (p. 37).

De igual forma, Lechtman (1986) reconoce que actividades como el hilado, el tejido, o el vaciado de vasos representan tecnologías de poder. Con este punto de vista se puede entender que los avances tecnológicos en el área de la metalurgia en las Américas, eran tecnologías fuertes. Retomando los planteamientos iniciales realizados por Valencia (2000), se tiene que la Ingeniería Prehispánica en Colombia tuvo dos manifestaciones significativas: uno en la Ingeniería de Materiales, y la otra en la Ingeniería Civil. Es claro que en el continente americano no existió el trabajo del hierro hasta la llegada de los europeos, pero, ya en ese momento, los habitantes del continente americano tenían conocimientos acerca del manejo de metales como el bronce, el cobre y el oro. Por otra parte, los conocimientos que se poseían en el continente americano en el área de la Ingeniería Civil, se basaban esencialmente en la construcción y las intervenciones del paisaje. Estas intervenciones se veían reflejadas principalmente en las redes de caminos, las transformaciones del suelo con propósitos agrícolas y en los sistemas de uso hidráulico.

Asimismo, Valencia (2000) asegura que el termino Ingeniería Prehispánica se clarifica en el momento que se analizan demostraciones como las construcciones realizadas en el Alto Magdalena agustiniano, los trazados de caminos prehispánicos y las construcciones en la Sierra Nevada

de Santa Marta, las técnicas agrícolas en las comunidades amazónicas, el manejo hidráulico realizado por los zenúes en los ríos San Jorge y Sinú, entre otras demostraciones.

Los aportes europeos realizados a la nascente Ingeniería en el territorio colombiano vinieron con las primeras misiones científicas, como la realizada por Jorge Juan y Antonio Ulloa denominada “Condamine”. Particularmente, en esta misión se descubrió platino en territorio colombiano y se escribieron las Memorias Secretas, las cuales hoy en día son consultadas como fuente de información acerca del contexto colonial. Sin lugar a dudas, la misión que ha tenido mayor relevancia dentro de las realizadas en esta época fue la ejecutada por Mutis, la cual dejó trabajos como La Flora del Nuevo Reino, y contribuyó en el entrenamiento de científicos criollos como Francisco José de caldas y Francisco Javier Matiz (Valencia, 2000).

La influencia tecnológica que tuvo lugar en los periodos de la conquista y la colonia, se mantuvo hasta la época de la Ilustración, a mediados del siglo XVIII. Luego de la Independencia, la aparición de la Ingeniería Civil Moderna en el Nueva Granada se dio a partir del año 1840. Otro hecho importante se dio a finales de la década de 1830, con los señores Lino de Pombo, José Ignacio de Márquez y el general Herrán, los cuales defendieron la utilización de ingenieros nacionales en la realización de obras públicas. Esta posición se mantuvo en la administración de Mosquera, la cual tuvo lugar a partir del año 1845. Con todo este panorama, a partir del año 1850 se acreditó como tal el concepto de Ingeniería como profesión dentro de las clases dirigentes en el país (Valencia, 2000).

En la década de 1850, se inicia en el país la incorporación de instructores extranjeros y el envío de jóvenes pertenecientes a familias presentantes a centros científicos en el exterior, todo esto de la mano de los señores Pedro Alcántara Herrán y Mariano Ospina Rodríguez, quienes tenían como objetivo esencial, establecer un grupo de técnicos capaces de actualizar, a través de la implementación de tecnologías de vanguardia, los diferentes sectores económicos del país (Safford, 1989). La construcción de ferrocarriles en el país, durante las décadas de 1870 y 1880, trajo consigo una gran oportunidad para ejercer profesionalmente a los nuevos ingenieros egresados del Colegio Militar. La falta de oportunidades para el desempeño laboral de estos profesionales, fue debido a que aún existía en este periodo una clara dependencia con los centros científicos de Occidente. Cabe

resaltar que, para estos años, ya existía la Escuela de Minas de Medellín, la Facultad de Ingeniería de la Universidad del Cauca y la Facultad de Matemáticas e Ingeniería de la Universidad Nacional en Bogotá (Poveda, 1986).

Asimismo, se puede afirmar que, durante las décadas de 1870 y 1880, ya existía un número significativo de ingenieros antioqueños, capaces de soportar una comunidad científica propia, con ideas que diferían, por mucho, con las expuestas por la Sociedad de Ingenieros de Bogotá. Esta sociedad gozaba de los empleos técnicos que suministraba el gobierno, mientras que los ingenieros de Antioquia y Cauca realizaban sus apuestas en la empresa privada. Algunas de las diferencias más significativas entre estas dos corrientes de la Ingeniería en el país en estos años, se presenta en el hecho de que los ingenieros de provincia apostaban por la utilización de materiales nativos y adaptaciones mecánicas pensadas para el país, mientras que los ingenieros de Bogotá apostaron por la originalidad en el área de las matemáticas puras. Con el devenir de la Segunda Guerra Mundial, se experimentó una expansión en el área de la Ingeniería en el país, lo que trajo consigo el nacimiento de nuevas facultades de Ingeniería por todo el territorio colombiano (Valencia, 2000).

Con el aumento de la Industrialización, los impactos generados por la segunda guerra mundial, y la diversidad de aportes generados para el aumento de la productividad, se generó un encarecimiento de la mano de obra, de manera que, alrededor de los años 60, se impulsó la migración de industrias a países subdesarrollados en búsqueda de mano de obra económica, lo que conllevó a la necesidad de la formación de ingenieros industriales en estos países (Gutarra, 2015).

Referirse al área de la Ingeniería, en la década de 1950, en Colombia, era hablar de la Ingeniería Civil y la Ingeniería de Minas, las cuales eran las profesiones con más auge en el país en estos años. En este periodo de tiempo ya se podía encontrar en el país a grupos pequeños de egresados de programas de Ingeniería Química, como también de Ingeniería Mecánica. Los Ingenieros Químicos egresaban de las universidades Bolivariana y de Antioquia, mientras que los Ingenieros Mecánicos que se encontraban en el país eran formados en universidades extranjeras (Poveda, 1993). Los inicios de la Ingeniería Industrial en Colombia se remontan al año de 1958, con la creación de la Facultad de Ingeniería Industrial en la Universidad

Industrial de Santander (UIS), a cargo del Ingeniero Químico Guillermo Camacho Caro. Esta facultad graduó a su primera cohorte en el año de 1961 y, desde entonces, en Colombia han obtenido este título más de cien mil ingenieros en esta área en el país (Zambrano & Alvarado, 2011).

La necesidad de formación de Ingenieros Industriales en Colombia tiene el mismo origen que en otros países, el cual era la necesidad de integrar los diferentes aspectos humanos en el mejoramiento de las industrias, que hasta ese momento de la historia lo estaban realizando otro tipo de ingenieros en las empresas (Zambrano & Alvarado, 2011). Entre los años 1954 y 1955, en Antioquia, se registraron varias misiones de Ingenieros Industriales estadounidenses a empresas fabriles de esta región, las cuales tuvieron como fin realizaran estudios de tiempos y movimientos, y compensación laboral en estas empresas. Estas metodologías fueron acogidas inmediatamente por los ingenieros químicos, civiles y mecánicos que se encontraban a cargo de estas actividades en las empresas (Poveda, 1993).

Dentro de las labores que desempeñaban los Ingenieros Industriales en la década de 1960, en Colombia, se destacaban esencialmente la evaluación de proyectos, el diseño de plantas, la logística, la ergonomía, y la valoración de máquinas. Debido al protagonismo que tuvieron las ciencias administrativas en este periodo, sumado al crecimiento acelerado de los programas de Ingeniería Industrial en Colombia, las facultades de Ingeniería Industrial en Colombia incluyeron en sus propuestas curriculares el perfil administrativo, fortaleciendo así las competencias en el campo administrativo, financiero y gerencial de estos profesionales, tanto en el sector manufacturero como en el prestador de servicios.

En esta misma década, el número de facultades de Ingeniería Industrial en el país había llegado a doce. En ellas, el enfoque los programas estaba dirigido a dos aspectos fundamentales: uno orientado al estudio de las ciencias básicas como la física, las matemáticas, los cálculos integral y diferencial, la estadística, la programación lineal, la investigación de operaciones y las matemáticas especiales; y el otro aspecto estaba orientado al diseño de plantas, los sistemas de transporte, la ergonomía, el estudio de tiempos y movimientos, el control de la calidad y toda la parte de métodos y sistemas (Poveda, 1993).

Desde la creación de la facultad de Ingeniería Industrial de la UIS, en el año 1958, las estructuras curriculares de los programas en esta Ingeniería en Colombia se han estructurado en cinco áreas básicas, las cuales son: 1) Ciencias Básicas, 2) Científico-Tecnológica, 3) Económico-Administrativa, 4) Socio-Humanística, y 5) Profesional. Para el año de 1989, existían en Colombia solo 24 programas de Ingeniería Industrial aprobados, de los cuales 9 se encontraban en Instituciones de Educación Superior (IES) ubicadas en Bogotá, 3 en Medellín, 3 en Cali, y el resto en otras ciudades del país. Asimismo, en este mismo año, en lo referente a estudios de posgrado, solo existían dos programas de maestría en el área de Ingeniería Industrial; uno de ellos era el programa de Maestría en Ingeniería Industrial y Sistemas ofrecido por la Universidad del Valle, y el otro era el programa de Maestría en Investigación de Operaciones y Estadística de la Universidad Tecnológica de Pereira (Rodríguez, 2012).

Para la década de 1990, la aparición de tecnologías emergentes y de nuevos modelos de manufactura flexible, marcaron el inicio de un nuevo cambio en la forma de enfocar la Ingeniería Industrial en Colombia. De aquí en adelante, todo este nuevo conocimiento tecnológico, sería tenido en cuenta dentro de los procesos de formación de estos programas académicos, tarea que hasta el día de hoy sigue vigente en nuestro país (Rodríguez, 2012).

Resultados y Discusión

La pluralidad de áreas de la Ingeniería Industrial evidencia diversos autores que generan los aportes que la cimientan en la historia. Estos aportes van desde el surgimiento de los métodos de estudios de movimientos y tiempos de Taylor, los Gilberth, hasta la aplicación de sistemas, software y plataformas computacionales que facilitan las aplicaciones de metodologías y herramientas de Ingeniería.

Para llegar al concepto que conocemos en la actualidad de la Ingeniería Industrial, fue necesaria la labor de diferentes autores que, a través de sus trabajos, marcaron las tendencias en esta disciplina. Todos estos trabajos se pueden enmarcar históricamente en diferentes fases. En una fase inicial — la cual se enmarca entre finales de 1800 y la primera década de 1900— está

definida por los trabajos de Registro para el Control de Costos y Fichas para Pago de Remuneraciones de Henry Metcalfe, y la Administración Científica del Trabajo de Frederick Taylor. En la década siguiente, se destacan aportes en el Estudio de los Micromovimientos, la Gráfica de Línea de Ensamble y la Programación de Actividades, el Modelo de Lote Económico, los estudios de Condiciones de Trabajo y los Equipos de Trabajos Afectados por la Tecnología, realizados por los esposos Gilberth, Henry Ford, Henry Gantt y Harris, respectivamente.

Entre la década de 1930 y 1980, se pueden relacionar los trabajos de Muestreo de Inspección y Tablas Estadísticas de Control de Shewhart, Dodge y Romig, realizados en la década de 1930; el Método Simplex, estudiado por un grupo de investigación de operaciones del Reino Unido y Dantzig en la década de 1940; las investigaciones en Simulación, Teoría de Colas, Líneas de Espera, Teoría de las Decisiones, Programación Matemática y PERT-CPM ejecutadas por académicos estadounidenses y europeos, entre las décadas de 1950 y 1960; el nacimiento de la Filosofía de la Calidad, Kamban, Poka-Yokes y el Ciclo PDCA establecido por Tai - Ichi Ohno, Deming y Juran en los años 1980; y, por último, la Administración de la Calidad Total y la Mejora Continua propuesta por la ANSI y la ISO en la década de 1990. Ya en los inicios del siglo XXI, las tendencias en la Ingeniería Industrial se encuentran influenciadas.

Luego de documentar los hechos que marcaron el desarrollo de la Ingeniería Industrial en el Colombia, se evidencia la existencia de diferentes posiciones respecto a los inicios de esta disciplina en este país. Mientras Bateman (1978) y Poveda (1993), mantienen una postura en donde no se reconocen los desarrollos en Ingeniería realizados por las poblaciones indígenas que habitaban el territorio colombiano en la época prehispánica, Valencia (2000) rescata los aportes realizados por estas comunidades, previos a la conquista y colonización española, dentro de los que se encuentran obras importantes en las áreas de la Ingeniería Civil y el agrícola.

Dentro de los principales personajes que impulsaron el desarrollo de la Ingeniería en el país se encuentran Lino de Pombo, José Ignacio de Márquez y el general Herrán quienes promovieron el uso de ingenieros colombianos en el desarrollo de obras públicas en el país. Asimismo, se destacan los aportes a esta disciplina en Colombia de Pedro Alcántara Herrán y Mariano Ospina Rodríguez, los cuales iniciaron el establecimiento

de grupos técnicos especializados que tenían como objetivo actualizar los sectores económicos del país con tecnologías de vanguardia a nivel mundial.

En los inicios de la Ingeniería en Colombia, se podían identificar dos corrientes de pensamiento claramente diferenciables. Por un lado, se encontraban los ingenieros pertenecientes a la Sociedad de Ingenieros de Bogotá, quienes eran los encargados de ejecutar la gran mayoría de obras públicas de la nación. El enfoque de los ingenieros pertenecientes a esta sociedad, impulsaba especialmente la creatividad desde el área de las matemáticas puras. Por otro lado, se encontraban los ingenieros de las provincias, donde se hallaban los ingenieros antioqueños y los vallunos. Estos ingenieros apostaban más por la utilización de materiales autóctonos y el diseño mecánico adaptado a las necesidades de estas regiones.

En lo referente a los inicios de la formación de la Ingeniería Industrial en el país, este hecho se remonta al año 1958, con la creación de la primera facultad de Ingeniería Industrial en el país, la cual tuvo lugar en la Universidad Industrial de Santander—UIS. Esto no quiere decir que, previo a este acontecimiento, no existían profesionales de esta disciplina laborando en las empresas del país. Ya desde los años de 1954 y 1955, se encuentran documentadas, en diferentes empresas antioqueñas, varias misiones de Ingenieros Industriales estadounidenses que llegaban a realizar estudios de tiempos y movimientos, y programas de compensación laboral esencialmente. Estas metodologías fueron rápidamente captadas e implementadas por ingenieros civiles, químicos y mecánicos que se encontraban a cargo de esta empresa.

Una característica especial de los programas de Ingeniería Industrial en Colombia es que, desde el inicio de estos en el país, en la estructura de los programas siempre se han encontrado cinco áreas, las cuales son: un área de Ciencias Básicas, un área Científico-Técnica, un área Económico-Administrativa, un área Socio-Humanística y un área Profesional. En consonancia con la tendencia en la Ingeniería Industrial evidenciada en el contexto global, esta disciplina, a principios del XXI en Colombia, acoge en sus propuestas curriculares todas las nuevas tecnologías y filosofías nacientes, como los son la Administración Total de la Calidad, los Negocios Electrónicos, la Cadena de Suministros, la Reingeniería, entre otras.

Conclusiones

La Ingeniería Industrial considera un amplio portafolio de ramas que permiten el direccionamiento de cualquier sistema desde diversas aristas, tales como la gestión del talento humano, gestión de calidad, la producción, la logística, entre otras. Esta consolidación de ramas dentro de un mismo perfil, se logró con los aportes suministrados a lo largo de la historia de los precursores de la Ingeniería Industrial que vienen anteriores a los inicios de la Revolución Industrial hasta los aportes de la época moderna.

Sin duda, uno de los aportes más importantes que ayudaron a consolidar la Ingeniería Industrial y a diferenciarla de la Ingeniería Mecánica que también tuvo sus principios en esa época, fueron los estudios de métodos y tiempos, que surgen bajo la necesidad de dar una mejor orientación organizativa en las industrias emergentes.

En este sentido, el crecimiento de las factorías trajo consigo diversos problemas que iban más allá de la sola fabricación de nuevas máquinas. Los problemas por organización del personal, métodos de trabajo, métodos de producción, inventarios, remuneraciones, generaron la necesidad de crear nuevas metodologías y herramientas con la participación de diversos autores, que poco a poco consolidaron el surgimiento de la Ingeniería Industrial como disciplina.

Sin duda alguna, el aporte de la administración científica de Taylor, considerado como el padre de la Ingeniería Industrial, fue el más importante de la época, sumado a los aportes posteriores de los esposos Gilberth, los modelos de producción de Ford y los sistemas justo a tiempo del Toyotismo. Sin embargo, con la introducción de los métodos de programación lineal aplicados inicialmente en la Segunda Guerra Mundial y la evolución de los sistemas computacionales, la Ingeniería toma un mayor auge.

En Colombia, particularmente, existen diferentes posturas por parte de los historiadores, referentes al origen de la Ingeniería. Mientras algunos exponentes no le dieron valor al aporte indígena previo a la conquista española, otros autores destacan el desarrollo de redes de caminos, y técnicas para la agricultura y la hidráulica por parte de estas comunidades. El crecimiento de la Ingeniería Industrial en Colombia, como disciplina, nace de la necesidad de los diferentes sectores económicos

del país en implementar metodologías científicas en el mejoramiento de la productividad de las empresas. Inicialmente en el país se contaba con el apoyo de diferentes misiones internacionales que capacitaban a ingenieros de diferentes ramas, en la implementación de estas metodologías.

Con la apertura en la UIS de la primera facultad de Ingeniería Industrial, en el año de 1958, nace en Colombia la enseñanza de esta disciplina, la cual siempre ha mantenido a lo largo de la historia, una estructura curricular enfocada hacia las áreas de Ciencias Básicas, las áreas Económico-Administrativas, las áreas Científico-Técnicas, y al área Profesional. La llegada del siglo XXI, trajo consigo nuevos retos para la Ingeniería Industrial en Colombia. El nacimiento de nuevas tecnologías, así como también a las nuevas filosofías, marcaron las nuevas tendencias de esta disciplina, obligando a las Instituciones de Educación Superior a actualizar la forma de enseñar la Ingeniería Industrial en el país. Dicho lo anterior, podemos resaltar que la Ingeniería Industrial como disciplina presenta unas bases sólidas que la constituyen como rama profesional consolidada de las Ingenierías en Colombia.

Bibliografía

- Baker, D. F. (1957). *A Study of the Evolution of Industrial Engineering*. The Ohio State University. Recuperado de https://etd.ohiolink.edu/!etd.send_file?accession=osu1486464627807783&disposition=inline
- Baracca, A. (2002). El desarrollo de los conceptos energéticos en la mecánica y la termodinámica desde mediados del siglo XVIII hasta mediados del siglo XIX. *LUL*, 25, 285 - 325. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/300385.pdf>
- Barroso, F. (2007). La regla 80-20 (Pareto). *Management Today en español*, 12 - 14. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/315767915_La_regla_80-20_Pareto
- Bateman, A. D. (1978). Historia de las matemáticas y la ingeniería. En F. Chaparro & F. Sagasti (eds.). *Ciencia y Tecnología en Colombia*. Bogotá: Colcultura, 107.
- Drake, D. (2005). The Story of Josiah Wedgwood: Potter and Cost Accountant. *HQ FINANCIAL VIEWS: Volume I*, 1-3.

- Ferrell, M. (2008). Historia, desarrollo y alcance de la Ingeniería Industrial. En W. Hodson, *Manual del Ingeniero Industrial, Cuarta Edición. Tomo I* (págs. 19 - 27). Pittsburgh: Mc. Graw Hill.
- Gutarra, F. (2015). *Introducción a la Ingeniería Industrial*. Huancayo: Fondo Editorial de la Universidad Continental.
- Haynes, J. (1998). Richard Trevithick : Cornwall's Pioneer Of Steam. *Supplement To The Histelec News. (S10)*, 1-3.
- Hiil, W. (1969). Richard Arkwright and the Water Frame. *Proceedings of the Institution of the Mechanical Engineers, 184*(1), 1175-1178. https://doi.org/10.1243/PIME_PROC_1969_184_088_02
- Hillier, F., & Lieberman, G. (2010). *Introducción a la Investigación de Operaciones* (9na ed.). México: McGraw Hill.
- Institute of Industrial & Systems Engineers [IISE]. (2016). *The Industrial Engineering Body of Knowledge*. Norcross, GA: Institute of Industrial Engineers.
- Karim, A., Emrul Kays, H., Amin, A., & Hasan, M. (2014). Improvement of Workflow and Productivity through Application of Maynard Operation Sequence Technique (MOST). *Proceedings of the 2014 International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*, 2162 - 2171. Recuperado de <http://ieomsociety.org/ieom2014/pdfs/463.pdf>
- Lechtman, H. (1986). *Perspectivas de la Metalurgia Precolombiana de las Américas*. Bogotá: Banco de la Republica.
- Maynard, H. B., & Stegemerten, G. (1939). *Operation Analysis* (L. U. Madison, Ed.). New York: McGraw-Hill.
- Mayol, D. (2013). Taylor: Cien años después. *Revista Venezolana de Análisis de Coyuntura, XIX*(2), 195-209. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/364/36430103010.pdf>
- Mora, S. (1990). *Ingenierías Prehispánicas*. Bogotá: Fondo FEN- Instituto Colombiano de Antropología-Colcultura.
- Morales Sandoval, C., & Masis Arce, A. (2014). Measuring value added productivity: an empirical application in an agroalimentary cooperative in Costa Rica. *Tec Empresarial, 8*(2), 41-49. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4808514>

- Mosquera, F. (2002). *Introducción a la Ingeniería Industrial: un enfoque humanístico*. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander.
- Niebel, B., & Freivalds, A. (2009). *Ingeniería Industrial. Métodos, estándares y diseño del trabajo* (12 ed.). Ciudad de México: Mc Graw Hill.
- Orlicky, J., & Plosi, G. (1994). *Orlicky's material requirements planning*. New York: McGraw-Hill.
- Páramo, J. (1998). Aplicaciones de los sistemas CAD/CAM en la manufactura moderna. *Revista Universidad Eafit*. 34(110), 11-15. Recuperado de <http://publicaciones.eafit.edu.co/index.php/revista-universidad-eafit/article/view/1110>
- Poveda, G. (1986). Los Ferrocarriles y la Ingeniería. *Revista Universidad de Antioquia* (206), 5.
- Poveda, G. (1993). *Historia Social de la Ciencia en Colombia. Tomo IV. Ingeniería e Historia de las Técnicas*. Bogotá: Tercer Mundo Editores. Recuperado el 18 de Junio de 2018, de <http://repositorio.colciencias.gov.co/handle/11146/687>
- Rodríguez, L. (2012). Algunos cuestionamientos a la enseñanza de Ingeniería Industrial en Colombia. *Cuadernos de Administracion*, 28(48) 91-103.
- Safford, F. (1989). *El Ideal de lo Practico*. Bogota: El Áncora Editores.
- Sales, M. (2013). Diagrama de Pareto. EALDE Business School. Recuperado de https://www.academia.edu/23719178/Diagrama_de_Pareto
- Santos Redondo, M. (2002). Robert Owen, pionero del managment. *Sociología del Trabajo*, VI(1/03), 97 - 124. Recuperado de <https://eprints.ucm.es/6708/1/0027.pdf>
- Sartelli, E. (1999). El principio de Babbage, la educación y el trabajo. *Reunión* (3). Recuperado de <http://www.razonyrevolucion.org/textos/esartelli/Babbage.pdf>
- Saunders, B. (1991). *La profesión del ingeniero Industrial*. En G. Salvendi *Manual de Ingeniería Industrial* (29-50). México: Limusa.
- Toma, S. G. (2005). Fordism, Postfordism and Globalization. *Amfiteatru Economic*, (17), 135 - 137.
- Valencia, A. (2000). Breve Historia de la Ingeniería. *Revista Facultad de Ingeniería* (20), 119-136. Recuperado de <http://aprendeenlinea.udea.edu.co/revistas/index.php/ingenieria/article/view/325852>

- Martin-Vega, L. A. (2001). The Purpose and Evolution of Industrial Engineering. En H. Maynard *Industrial Engineering Handbook*, 4 - 20.
- Weaver, P. (2012). Henry L Gantt, 1861 - 1919. Debunking the myths, a retrospective view of his work. *PM World Journal*, I(V), 1 - 19.
- Yeh, T., Yang, C., & Lin, W. (2007). Service quality and ERP implementation: a conceptual and empirical study of semiconductor-related industries in Taiwan. *Computer in Industry*, 58(8-9), 844-845. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2007.03.002>
- Zambrano, S., & Alvarado, F (2011). Surgimiento y evolución de la Ingeniería Industrial. *Revista In Vestigium Ire*, 4, 19 - 28. Recuperado de <http://revistas.ustatunja.edu.co/index.php/ivestigium/article/download/177/161>
- Zuccarino, M. (2012). Modelos estadounidense-fordista y japonés-toyotista: ¿Dos formas de organización productiva contrapuestas?. Un estudio de caso: trabajadores bolivianos afiliados a la Federación Obrera Local (FOL) en la primera mitad del siglo XX. *Historia Caribe*, VII (21), 197-215. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/hisca/v7n21/v7n21a09.pdf>

Capítulo 2

ENFOQUES TEÓRICOS DE LA INGENIERÍA INDUSTRIAL

Jairo Andrés Montero-Perez¹
Rafael Paternina Carrascal²
Pablo César Pérez Buelvas³

Resumen

Desde la Prehistoria, el ser humano se ha adaptado, en sus expresiones y modos de vida, a los diferentes contextos con el fin de suplir las necesidades, como base para su preservación y evolución. El hombre primitivo logró invenciones como el fuego mediante la fricción de dos palos y luego la rueda. Desde entonces, ha usado el ingenio como capacidad para idear, diseñar y construir herramientas. Precisamente, la palabra ingeniero, se deriva de la palabra ingenio, y, de allí que la Ingeniería industrial, con el impulso de la Revolución Industrial y los aportes de diferentes precursores como Taylor, Fayol, Ford, Mayo y Deming, se constituye como una disciplina que ha hecho aportes centrados en la división del trabajo, la administración científica, las formas de gestión y control de la producción, los estudios de movimientos y tiempos, los análisis de operaciones, el estudio de la productividad, el control estadístico de procesos, la planificación estratégica en la creación de la competitividad, la gestión de la calidad, los sistemas integrados de gestión y logística.

Palabras clave: Revolución industrial, Ingeniería, paradigmas, diseño, optimización, descomposición del trabajo, control de la producción y sistemas integrados.

1 MSc. en Logística Integral, Universidad Tecnológica de Bolívar, Colombia. Correo: jairo.monterop@cecar.edu.co

2 Esp. en gestión y evaluación de proyectos, Corporación Universitaria del Caribe—CECAR. Correo: rafael.paternina@cecar.edu.co

3 MSc. en Logística Integral, Universidad Tecnológica de Bolívar, Colombia. Correo: pablo.perez@cecar.edu.co

Abstract

Since prehistory, human beings have adapted, in their expressions and ways of life, to different contexts in order to meet needs, as a basis for their preservation and evolution. Primitive man achieved inventions like fire by the friction of two sticks and then the wheel. Since then, he has used ingenuity as the ability to devise, design and build tools. Precisely, the word engineer, is derived from the word ingenuity, and, hence Industrial Engineering, with the impulse of the Industrial Revolution and the contributions of different precursors such as Taylor, Fayol, Ford, Mayo and Deming, is constituted as a discipline that has made contributions focused on the division of labor, scientific administration, forms of management and control of production, studies of movements and times, operations analysis, the study of productivity, statistical process control, strategic planning in the creation of competitiveness, quality management, integrated management and logistics systems.

Key words: Industrial revolution, Engineering, paradigms, design, optimization, decomposition of work, control of production and integrated systems.

Introducción

La Ingeniería tiene su origen en los albores de la historia humana. Precisamente, cuando los primeros seres humanos empezaron a diseñar las herramientas necesarias para su subsistencia. Dentro de sus vertientes, la Ingeniería industrial, que propende, principalmente, a la optimización de procesos en distintas organizaciones, desde el siglo XIX ha sido soportada por diferentes enfoques que incluyen los aportes de reconocidos precursores, tales como Frederick Taylor, Henry Ford, Henry Fayol, Elton Mayo, Deming, entre otros. Pues bien, en este capítulo se aborda su metodología de construcción, un desarrollo del estado del programa de Ingeniería Industrial en relación con la ciencia, la disciplina y la técnica; y, por otra parte, se mencionan los enfoques disciplinares que la apoyan, incluyendo principales escuelas, autores y trabajos académicos. Por último, se describen las conclusiones sobre los aspectos más relevantes.

Metodología

El estudio se desarrolló en tres fases metodológicas, que se relacionan a continuación:

Fase I. Aplicación del Método de Mapeo de revisión de la literatura. Se desarrolló el método de mapeo de la literatura existente, de acuerdo con ecuaciones de búsqueda, determinadas por operadores booleanos (NOT, OR, XOR, NEAR, AND), en bases de datos y plataformas tecnológicas que permitieron el refinamiento de las palabras, para hallar un elevado número de coincidencia de publicaciones que comprenden: resultados de evaluación o diagnóstico, síntesis, meta-análisis, artículos teóricos, informes descriptivos y revisiones de libros o artículos, de acuerdo con el tema de estudio, especialmente organizados por autores, países, instituciones y año. Esto implicó la elaboración de un mapa conceptual y, a partir de este, se profundizó en la revisión bibliográfica, que, a su vez, se relacionó con planteamientos enfocados en las perspectivas teóricas de la Ingeniería Industrial, (Savin-Baden & Major, 2013, p. 118).

Fase II. Aplicación del método de vertebración por índices. Se desarrolló la ramificación de un índice, partiendo desde los temas generales hasta los específicos, lo que contribuyó a vertebrar el marco o perspectiva teórica del Capítulo, que incluye un esquema de secuencia lógica del escrito (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014). Además, se utilizaron tablas taxonómicas organizadas por autor, año, temas, métodos, resultados y conclusiones, a partir de las diferentes publicaciones.

Fase III. Desarrollo del estudio. Los diferentes planteamientos se fundamentan en las investigaciones previas y en el proceso de inmersión en el contexto, e incluyen la recolección de la información y su análisis. En este sentido, se examinó el grado de desarrollo del conocimiento a través de fuentes primarias, secundarias y terciarias (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014). Esto comprende la sustentación teórica del estudio, que incluye un análisis teórico, las investigaciones que se han realizado en la línea de tiempo definida y los antecedentes que se consideran relevantes para el estudio (Rojas, 2013; Hernández, Fernández, & Baptista, 2014; Creswell, 2014).

Estado de la Ingeniería Industrial en Relación con la Ciencia, la Disciplina y la Técnica

La ciencia se define como un “conjunto de conocimientos obtenidos mediante la observación y el razonamiento, sistemáticamente estructurados y de los que se deducen principios y leyes generales con capacidad predictiva y comprobables experimentalmente” (Real Academia de la Lengua Española, 2017), mientras que, So C. (1995) define la disciplina de acuerdo con los elementos constituyentes que se le asocian, e incluyen “instituciones, enfoques teóricos, conocimiento almacenado, objeto de estudio e identidad grupal”. En este sentido, un campo de estudio es definido, generalmente, “por la presencia de cierto objeto de estudio, pero no por la existencia de elementos teóricos” (Lee & So, 2014). Por su parte, técnica se entiende como el “conjunto de procedimientos y recursos de que se sirve una ciencia o un arte” (Real Academia de la Lengua Española, 2017). En un sentido más amplio, la técnica hace referencia a las habilidades que generan resultados y, más específicamente, al arte de creación y mantenimiento de instrumentos (Valencia, 2004).

Con base en la conceptualización descrita, la Ingeniería es una ciencia y un arte, y, etimológicamente, se deriva de la palabra *engineer* en el idioma inglés o *ingeniero* en español, utilizada en el siglo XIV para mencionar a la persona que operaba un motor o máquina militar, tales como una catapulta o, más adelante, un cañón. Por su parte, la palabra *engine* o motor en español, deriva del latín *ingenium*, que significa ingenio, inteligencia e innovación. Según la UNESCO (2010):

La Ingeniería es el campo o disciplina, práctica, profesión y arte que se relaciona con el desarrollo, adquisición y aplicación de conocimientos técnicos, científicos y matemáticos sobre la comprensión, el diseño, el desarrollo, la invención, la innovación y el uso de materiales, máquinas, sistemas y procesos para propósitos específicos.

Con base en las normas estipuladas en Colombia, por el Congreso de la República, en la Ley 842 (2003), Capítulo I, Art. 1°, el concepto de Ingeniería se entiende como “toda aplicación de las ciencias físicas, químicas y matemáticas de la técnica industrial y, en general, del ingenio humano, a la utilización e invención sobre la materia”. Y en su Art. 3°, ilustra sobre las profesiones auxiliares de la Ingeniería:

Se entiende por Profesiones Auxiliares de la Ingeniería, aquellas actividades que se ejercen en nivel medio, como auxiliares de los ingenieros, amparadas por un título académico en las modalidades educativas de formación técnica y tecnológica profesional, conferido por instituciones de educación superior legalmente autorizadas. (Ley 842, 2003).

Teniendo en cuenta un referente nacional, como la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI), la Ingeniería se concibe desde dos puntos de vista: como ejercicio y como programa académico (García, 2012). En el primero de los casos, la Ingeniería “es la integración de matemáticas, ciencias naturales y tecnología para diseñar productos, procesos, servicios y sistemas que resuelven necesidades, problemas o retos de la sociedad. Además, “el ingeniero(a), derivado de su competencia de diseño, también está en capacidad de operar, mantener y recuperar el objeto de diseño”. Desde el segundo enfoque, es decir, como programa académico “Un programa de formación en Ingeniería se fundamenta en conocimientos de matemáticas, ciencias naturales y tecnologías, para aplicarlos en el diseño de productos, procesos, servicios y sistemas que resuelven problemas, necesidades o retos de la sociedad”.

Las Ciencias Básicas en Ingeniería están conformadas por diversos componentes, que incluyen: Matemáticas, Física, Química y Biología, como pilares esenciales para la formación de los ingenieros. De esta manera, el componente de las Ciencias Básicas adquiere un punto de vista relevante. Según ACOFI, el mínimo de créditos académicos para un programa de Ingeniería está en 150 créditos, de los cuales el 20% corresponden de manera significativa a las ciencias básicas (García, 2012).

Es tanta la relevancia de las Ciencias en las Ingenierías que, preocupados por las propuestas curriculares de las distintas universidades en Colombia que ofertan Ingeniería, se diseña y pone en marcha, en el año 2010, por ACOFI, el Examen de Ciencias Básicas (EXIM), como un instrumento adicional externo de apoyo al proceso de formación en el área. En este sentido, las Instituciones de Educación Superior (IES) que ofrezcan programas de Ingenierías deben apoyarse en docentes altamente cualificados, que tengan un amplio conocimiento de las Ciencias Básicas, con la finalidad de generar habilidades en el pensamiento que apunten a las

asignaturas de las áreas específicas de la Ingeniería, para potencializar los conocimientos de los futuros ingenieros.

A su vez, la Ingeniería incluye un conjunto de disciplinas especializadas o campos de acción, como también áreas particulares de la tecnología. La ocupación de la Ingeniería, es una ocupación cimentada en una formación especializada, definida por establecimientos de la formación y las escuelas universitarias y departamentos, organizaciones nacionales e internacionales, la acreditación y la concesión de licencias, la ética y los códigos de la práctica profesional (UNESCO, 2010). En la actualidad, existe una variedad diversa de áreas, campos, disciplinas o especialidades dentro de la Ingeniería. Particularmente, una de estas ramas es la Ingeniería Industrial, a la cual la define la UNESCO (2010) como “la rama de la Ingeniería para el análisis, diseño, desarrollo y mantenimiento de sistemas y procesos industriales”.

El inicio de la Ingeniería industrial sigue siendo un tema de discusión de los cronistas de la ciencia y tecnología; la Revolución Industrial es el punto de partida en consenso del posible nacimiento de la profesión hacia el siglo XVIII en Inglaterra (Martin-Vega, 2001). Carrión (2014) afirma que los ingenieros propietarios de las empresas se dedicaron inicialmente al control de la producción en Gran Bretaña. Desde este momento, se dio inicio a la Ingeniería industrial en medio de la Revolución Industrial. Por otra parte, Varón, Marín y Bernal (2014) reconocen que la evolución de los métodos y la ciencia se dio en la Revolución Industrial haciendo que surgiera la Ingeniería industrial.

La Revolución Industrial generó un cambio en la forma como las empresas de la época realizaban los procesos de fabricación, dando pasos a la evolución de conceptos que impulsaron el nacimiento de los procedimientos científicos. Una de las más importantes invenciones innovadoras de la época, fue la máquina de vapor, que, en 1765, generó un cambio en el manejo de las fuentes de energía por el ingeniero James Watt, lo cual contribuyó al crecimiento de las estructuras industriales (Martin-Vega, 2001).

En resumen, Varón et al. (2014) afirman que la Ingeniería Industrial es una disciplina que involucra la resolución de problemas organizativos y otros, que en la antigüedad se solucionaron de forma empírica, pero no fue

hasta la Revolución Industrial que se empieza a pensar en ella como una ciencia.

De los primeros trabajos que impulsaron el crecimiento de la Ingeniería Industrial, fue aquel donde se analizó el proceso de las operaciones basado en los tiempos, liderado por Babbage. También, podemos mencionar a Frederick Taylor, quien, mejorando la forma como se toman los tiempos, logró afinar los resultados de las organizaciones industriales, ahondando en el manejo de la disciplina necesaria para perfeccionar la relación entre los medios y el esfuerzo de los hombres. Se llamó la filosofía de la organización científica del trabajo (De los primeros trabajos que impulsaron el crecimiento de la Ingeniería Industrial, fue aquel donde se analizó el proceso de las operaciones basado en los tiempos, liderado por Babbage. También, podemos mencionar a Frederick Taylor, quien, mejorando la forma como se toman los tiempos, logró afinar los resultados de las organizaciones industriales, ahondando en el manejo de la disciplina necesaria para perfeccionar la relación entre los medios y el esfuerzo de los hombres. Se llamó la filosofía de la organización científica del trabajo (ACOFI, 2015).

Por su parte, Martin-Vega (2001) expone que otros de los aportes de Taylor en el desarrollo de la Ingeniería industrial consistió en que el núcleo de su sistema se basó en romper el proceso de producción en sus componentes y mejorar la eficiencia de cada uno, prestando poca atención a las reglas de juego y a las prácticas estándar, perfeccionando las tareas manuales con la máxima eficiencia, examinando cada componente por separado y eliminando todos los movimientos falsos, lentos e inútiles. El trabajo mecánico se incrementó a través del uso de accesorios, plantillas y otros dispositivos, especialmente inventados por el propio Taylor. Otro referente importante de la ingeniería industrial es el ingeniero Frank Gilbreth, quien estuvo interesado por la relación entre la posición y el esfuerzo humano, y desarrolló estudios sobre los micro movimientos y descomposición del trabajo en elementos esenciales llamado *therbligs* (Salazar Lopez, 2013).

En la historia detallada de la Ingeniería industrial se encuentran muchas personas y acontecimientos grandísimos. Dentro de esa gran lista también podemos encontrar a Arthur C. Anderson, Eugene L. Grant, W. Edwards Deming, L. P. Alford, George H. Shepard, Robert Hoxie, José Juran, Marvin E. Mundel y Walter Shewart. El tema trascendental es la

teoría del muestreo, y, específicamente, se quiere resaltar el libro Control Económico de la Calidad del Producto Manufacturado, cuyo autor fue Shewhart, en 1931, donde rescató muchos estudios enfocados al control de la calidad en la producción, marcando el inicio del control estadístico moderno de la calidad, proporcionando las bases para la implementación de muchas herramientas estadísticas que aún se utilizan en la actualidad (Varón *et al.*, 2014).

En los años sesenta, el Instituto Americano de Ingenieros adoptó la siguiente definición para la Ingeniería industrial:

La Ingeniería industrial se ocupa del diseño, la mejora y la instalación de sistemas integrados de hombres, materiales, equipos y energía. Se basa en conocimientos especializados y habilidades en las ciencias matemáticas, físicas y sociales, junto con los principios y métodos de análisis y diseño de Ingeniería para especificar, predecir y evaluar los resultados que se obtendrán de dichos sistemas”

Salazar López (2013) afirma que la Ingeniería industrial es:

La rama de las Ingenierías encargada del análisis, interpretación, comprensión, diseño, programación y control de sistemas productivos con miras a gestionar, implementar y establecer estrategias de optimización con el objetivo de lograr el máximo rendimiento de los procesos de creación de bienes y/o la prestación de servicios”.

Desde sus inicios, los perfiles de los ingenieros industriales han evolucionado. Por ejemplo, en la década de los años sesenta el mayor esfuerzo lo realizaban en el rediseño de la distribución de la planta, el estudio de la descomposición del trabajo, la mejora de los métodos de producción y la normalización del trabajo. Seguidamente, esa evolución de las funciones se dirigió a la Ingeniería de Proyectos y, finalizando esa década, surgió un cambio en las funciones laborales, debido al modelamiento informático. Una década después, el tema más relevante dentro de las funciones de los ingenieros industriales es la gestión de inventarios científicos y diseño sistemático y análisis (Pritsker, 1997). Para estos últimos años, en el auge de las organizaciones de servicio, las funciones evolucionaron hacia las consultorías, el desarrollo de software y empresarios (Varón *et al.* 2014).

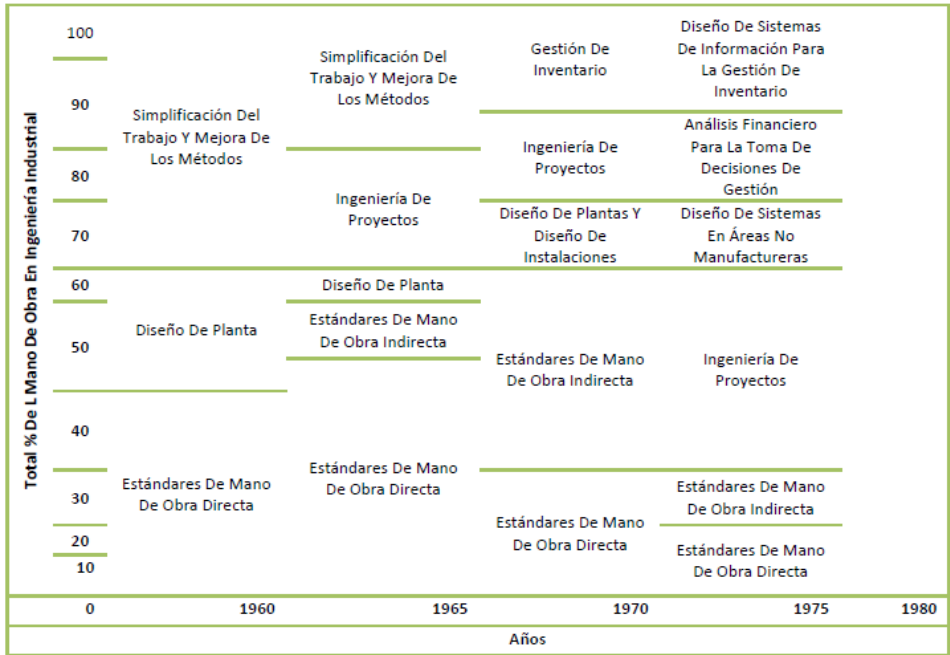


Figura 1. Cambios en las Funciones de los Ingenieros Industriales entre 1960 - 1980

Nota: Programa de Ingeniería Industrial - CECAR

En el siglo XIX, cuando ocurre el cambio o transición de una sociedad pre-capitalista y básicamente agraria, con sistemas de la producción basados en agremiaciones artesanales, hacia una moderna sociedad capitalista, fundamentada en la producción industrial y sistemas de producción en masa dentro de organizaciones de gran tamaño, en el que la propiedad está aislada de la producción (Samuelson & Nordhaus, 2002).

Enfoques teóricos de la Ingeniería Industrial

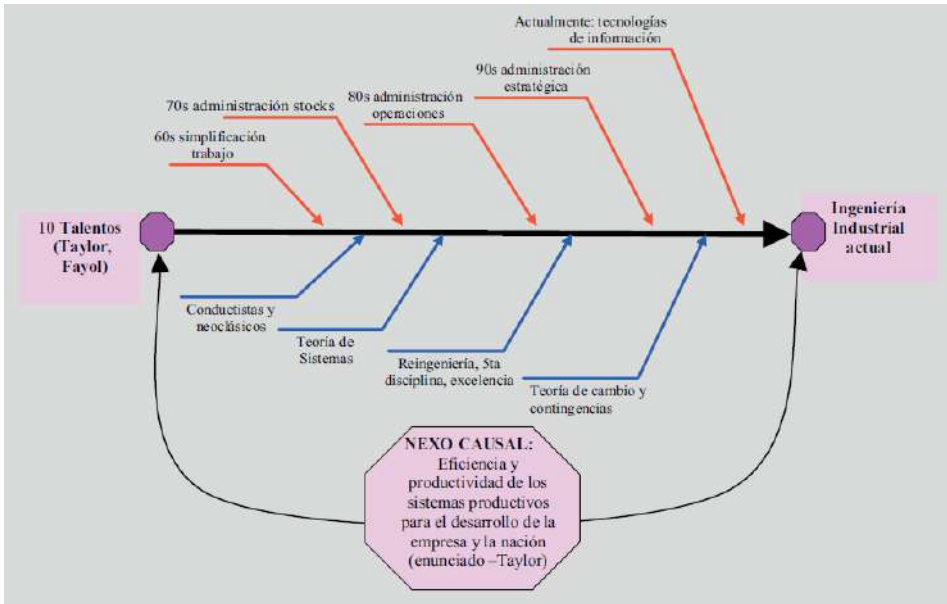


Figura 1. Marco Histórico de la Ingeniería Industrial. Fuente: Acevedo y Linares (2012)

A través del tiempo, la Ingeniería industrial se ha apoyado en diferentes técnicas que apuntan al mejoramiento continuo de las empresas. En la Tabla 1, se relacionan los hitos históricos para el desarrollo de la Ingeniería Industrial.

Tabla 1
Momentos Históricos en el Desarrollo de la Ingeniería Industrial

Año/ Momento	Tema	Enfoque	Métodos y técnicas	Autor principal
Orígenes sobre los fundamentos de la administración científica				
Fines 1800 y 1ª década de 1900	La coordinación y el control en la administración.	1º Proceso: coordinación y tarea del jefe y eficiencia.	Registros para el control de los costos y fichas para pago de salarios	Henry Metcalfe
	Publicación de "Shop Management" (1903).	Proceso: siempre existe un método mejor. Estructura: un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar. Persona: el puesto adecuado para la persona adecuada. Tiempo: estándares	Administración científica del trabajo. Estudio de trabajo, programación de producción, Productividad. micromovimientos	Frederick Taylor
Primera fase: Gran desarrollo de los fundamentos de la administración científica				
Años 1910 – 1920	Psicología Industrial	Proceso: análisis de operaciones de la tarea del trabajador	Estudio de micromovimientos	Frank Gilbreth
	Línea de ensamblaje	Proceso: productividad de la producción en masa	Gráfica de línea de ensamble	Henry Ford
	Control de secuencia de actividades	Proceso: control de secuencia y tiempos de tareas complejas	Gráfica de programación de actividades	Henry Gantt
	Control de inventarios	Proceso: Tamaño de lote económico	Modelo de lote económico en gestión de stocks	F. W. Harris

Enfoques teóricos de la Ingeniería Industrial

Año/ Momento	Tema	Enfoque	Métodos y técnicas	Autor principal
Segunda fase: enfoque humano y complemento de la administración científica				
Años 1930 *corresponde a esta fase	Control de calidad	Proceso: control estadístico de procesos	Muestreo de inspección y tablas estadísticas de control	Shewhart, Dodge y Romig
	Estudios Hawthorne	Persona: motivación del trabajador	Estudio de condiciones de trabajo	Elton Mayo
	Estudios NewCastle * (1951)	Sistema técnico y sistema social que interactúan	Los equipos de trabajo afectados por la tecnología	Trist-Instituto Tavistock
Tercera fase: desarrollo de las ciencias formales para la solución de problemas de las organizaciones				
Años 1940	Programación lineal	Estructura: las leyes de las ciencias formales aplicadas en organizaciones	Método simplex para la solución de problemas dentro de sistemas complejos	Grupos IO de UK y Dantzig
Años 1950 -1960	Investigación de operaciones	Estructura: aplicación de las leyes de las ciencias formales en la solución de problemas organizacionales	Simulación, teoría de colas, líneas de espera, teoría de las decisiones, programación matemática, PERT -CPM	Investigadores y académicos de USA y Europa
	Teoría General de Sistemas	Cambio: las organizaciones son sistemas interdependientes jerárquicos y abiertos	Cibernética, tecnología, teoría matemática, teoría de sistemas	von Bertalanffy

Año/ Momento	Tema	Enfoque	Métodos y técnicas	Autor principal
Cuarta fase: desarrollo de las ciencias formales en la solución de problemas de las organizaciones				
Años 1970	Computadora	Estructura: Uso de la computadoras en todos los ámbitos de las organizaciones.	Programación y control de taller, MRP, pronósticos, gestión de inventario, gestión proyectos,	IBM Orlicky, Wight
	Organizaciones de servicios	Proceso: producción masiva en el sector de los servicios.	Proceso administrativo en organizaciones de servicios	Fast Food, Retail, Banca
Años 1980	Estrategia de producción	Proceso: el proceso estratégico en la creación de competitividad.	Operaciones y la creación de ventajas competitivas	Escuela de Negocios de Harvard
	Enfoque japonés de gestión	Proceso: control total de calidad (TQC) y justo a tiempo (JIT).	Kanban, poka-Jokes, filosofía de la calidad, ciclo PDCA	Tai-Ichi Ohno, Deming y Juran
	Control de manufactura	Estructura: automatización del control de procesos en fábrica.	CIM, FMS, CAD/CAM, robótica	Empresas al-tec
	Manufactura sincrónica	Proceso: velocidad del proceso y throughput del sistema productivo.	Teoría de restricciones, análisis de cuello de botella	Goldratt

Año/ Momento	Tema	Enfoque	Métodos y técnicas	Autor principal
Años 1990	Administración de calidad total	Proceso: Calidad del servicio y productividad.	Premio Baldrige, ISO 9000, Ingeniería valor, mejora continua	ANSI, ISO
	Reingeniería de procesos	Rediseño radical de los procesos productivos y empresariales buscando la máxima eficiencia.	Análisis de procesos, análisis de valor, outsourcing, resizing	Hammer
	Empresa electrónica	Estructura: redes de transporte de comunicación de voz y datos interconectadas mundialmente.	Internet, World Wide Web	Netscape, AOL, Microsoft
	Cadena de suministro	Proceso: integración del flujo de información en base a redes ethernet interconectadas.	Software SAP/R3 cliente/servidor	SAP, Oracle
Primera década del siglo XXI	Negocios electrónicos	Estructura: red interconectada e-negocios, e-gobierno, e-finanzas	Internet, telecomunicaciones, broadcasting	Amazon, eBay, America Online, Yahoo!.

Nota: Adaptado de Acevedo y Linares (2012)

La Revolución Industrial en Colombia trajo consigo un proceso de cambio, de nuevos retos en la industria manufacturera y de servicios, generando nuevas oportunidades de operación a la Ingeniería Industrial. A mediados del siglo XX, las industrias empezaron a mostrar otras necesidades, las cuales apoyaran los procesos y sistemas de producción, donde no solo se garantizara la viabilidad financiera de estas, sino también el desarrollo de productos y servicios relacionados con un mercado insatisfecho, generando en los programas académicos de Ingeniería industrial una visión más global, donde se abarcara un trabajo interdisciplinario para conocer a

fondo las operaciones y necesidades de las empresas, tanto interna como externamente, haciéndolas más sólidas financieramente y más competitivas.

Las necesidades de la época generaron nuevos puestos de trabajo para los Ingenieros Industriales, haciendo que las universidades involucrarán nuevas competencias en los egresados. Como consecuencia, se generó un abanico de oportunidades en diferentes lugares de trabajo para el ingeniero industrial; además, el desarrollo de las ciencias vinculadas con la profesión causó modificaciones a las competencias laborales que debían poseer los egresados de estos programas académicos.

El campo de aplicación del Ingeniero Industrial es muy amplio, destacándose en dos grandes campos: las empresas manufactureras y de servicios. En la primera, tienen una razón de ser muy clara: supervisar y controlar la producción en las empresas, optimizando los procesos, incluyendo diferentes técnicas, teorías y sistemas de la producción, logística y distribución, métodos y tiempos, investigación de operaciones y las finanzas, las cuales, de manera integral, optimizan los procesos. En las empresas de servicios, los Ingenieros Industriales son vitales en el diseño de sistemas administrativos, donde se apoyan en gestión humana, sistemas de gestión de la calidad, marketing, planeación y evaluación de proyectos, entre otros.

Con la aparición de la automatización, los ingenieros industriales tienen nuevos retos: incrementar la producción y reducir costos, utilizando maquinas con mayor capacidad de producción, generando nuevos puestos de trabajo. Con relación a esto, si tomamos como ejemplo la implantación de las tecnologías de la información, estas han suplido mano de obra, pero ese mismo sector ha generado más empleos en la fabricación, y una abundante demanda en todos los servicios que genera la post venta. De esta manera, podemos notar que los ingenieros industriales son indispensables dentro y fuera de las empresas, apoyando a las empresas de servicios para cumplir con la satisfacción final de sus clientes.

En la actualidad, según el SNIES (Sistema Nacional de Información de la Educación Superior) existen en Colombia 151 programas activos de Ingeniería Industrial, en instituciones universitarias y universidades. Tomando este referente, podemos observar la alta demanda de los estudiantes que terminan la educación media, fenómeno que puede ser

debido al crecimiento económico de nuestro país, aportado por las empresas manufactureras y de servicios, situación atractiva para los egresados de los programas de Ingeniería industrial.

Colombia afronta un reto con la participación de las universidades en este programa en particular, incluyendo el uso y aplicación de nuevas tecnologías que brinden avances importantes en la investigación y transferencia tecnológica; haciendo de los egresados, ingenieros idóneos en las empresas, donde se garanticen productividad y competitividad, para lograr altos estándares de calidad, para competir en mercados nacionales y extranjeros.

La participación activa del ICFES (Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior), hoy Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación, articulada con ACOFI, que, desde 1992, ha realizado encuentros con las diferentes instituciones universitarias y universidades, generando espacios de debate académico con relación al currículo y el perfil del egresado, dando orientación a las universidades para tener programas con alta calidad académica, y, de paso, causar un impacto positivo sobre el graduado, haciéndolo más pertinente y competitivo en el entorno laboral.

Enfoques Disciplinarios que soportan el Programa, incluyendo Principales Escuelas, Autores y Trabajos Académicos

Enfoques Disciplinarios

En la actualidad, la Ingeniería Industrial, como disciplina, se dedica a la administración de sistemas integrados de recursos humanos, organizados para la producción eficiente y eficaz de manufacturas y servicios, la innovación, la mejora, la instalación, los materiales, el equipo, la tecnologías y el diseño (Guédez, 2011).

Para el enfoque disciplinar a través de la historia, hay que entender la relación entre Ciencia e Ingeniería. La primera, se refiere a la búsqueda del conocimiento, el cual debe ser exacto y razonado; implica conocimiento e ingenio de carácter científico. La segunda, tiene como base la Ciencia, fuente

de inspiración para los seres humanos identificados con esta disciplina, para efectuar la investigación (Gomez Stincer, 2012).

Después del Renacimiento, comenzó la Ingeniería moderna, incluyendo conocimientos biológicos, físicos y químicos; así como nuevos aspectos de la organización (Gomez Stincer, 2012). Para evaluar el comportamiento de los sistemas, se utilizan conceptos de matemática, física y de las ciencias de la Ingeniería (Acuña, 2015). El desarrollo de las tecnologías proporciona un amplio y sólido fundamento, asociado a las ciencias físico-matemáticas, las cuales desarrollan las competencias profesionales, técnicas y generales (Pineda, 2007).

La formación en Ciencias proporciona las herramientas conceptuales que revelan los fenómenos físicos que se encuentran en el entorno. Estas herramientas son fundamentales para desentrañar el mundo y la naturaleza, posibilitan la realización de modelos teóricos que utilizan estos fenómenos en la tecnología puesta al servicio de la humanidad (ACOFI, 2013).

Las Matemáticas, en la formación de ingenieros, proporcionan los conocimientos para el desarrollo de competencias que permiten plantear y resolver problemas prácticos conformes de la actividad de un ingeniero; mediante la formulación de modelos, en términos matemáticos, también desarrollará un pensamiento objetivo, con capacidad de simular, estructurar, razonar lógicamente, apropiándose de un lenguaje simbólico, que permita comunicarse con precisión, finalizando con los cálculos el manejo de instrumentos de medidas y representaciones gráficas para comprender el mundo que habita (ACOFI, 2013).

Para los ingenieros, los conceptos fundamentales de la materia se investigan mediante la Física, como también el espacio, el tiempo, las interacciones entre cuerpos y la energía. Sin los conocimientos de la Física, no estarían las bases para el desarrollo de cualquier Ingeniería. Los productos de los trabajos de Ingeniería se fundamentan en las leyes de la física (ACOFI, 2013). En cuanto a la disciplina, la Ingeniería industrial, según Vargas & Benavides (2011)

Surgió para cubrir múltiples necesidades de la industria ya que antes de esta época sólo se preocupaban por las interacciones humanas en el diseño de fábricas, instalaciones de construcción, métodos de costos y control de calidad, control de la producción

y en general todo lo relacionado con el procesamiento de información para la producción de nuevos bienes y servicio.

Solo para esta década surge la investigación de operaciones como necesidad de la Segunda Guerra Mundial, con el objetivo de resolver problemas permitan la continuidad del conflicto (Vargas & Benavides, 2011).

Otras disciplinas que surgen en la actualidad son: la gestión de la calidad, la logística, los sistemas de información, la productividad, la estadística y la simulación (Baca Urbina et *al.*, 2014).

Escuelas Principales

Francia organizó la primera Escuela de Ingeniería en el mundo. Luego, la enseñanza de la Ingeniería Industrial se sitúa en España, en el Real Conservatorio de las Artes de Madrid, creado en 1824. En la siguiente Tabla 2, se relacionan las escuelas y el año de fundación, mediante la exploración bibliográfica.

Tabla 2
Principales escuelas de la Ingeniería.

ESCUELAS	AÑO
Royal Society - Londres	1662
Academie Des Ciencias - Francia	1666
Academia de Ciencias - Berlín	1700
Academia de San Petersburgo	1724
Coorps Des Ingenierus De Genie Militaire	1716
Escuela Técnica Superior de Praga	1806
Escuela Técnica Superior de Viena	1815
Escuela de Ingenieros de Inglaterra	1841
Escuela Politécnica Nueva York	1849
Escuela de Ingenieros de Camino Canales y Puertos	1834
Escuela Industrial de Sevilla España	1850
Escuela Superior de Ingenieros Industriales	1857
Instituto Europeo de Ingenieros Industriales	1954
Instituto de Ingenieros Industriales Australia	1954
Instituto de Ingenieros Industriales de Irlanda	1955

ESCUELAS	AÑO
Instituto Japonés de Ingenieros Industriales	1959
Instituto Filipino de Ingenieros Industriales	1959
Instituto Chino de Ingenieros Industriales	1959
Instituto para Ingenieros Industriales de Sudáfrica	1976

Nota: Elaboración de los autores

Autores

Los primeros indicios de la aplicación de la Ingeniería se evidencian en la construcción de los canales de riego, las pirámides y caminos- Y, a través de precursores, tales como Arquímedes, Pascal, Euclides, Pitágoras, Platón, René Descartes, entre otros, quienes construyeron las bases de las Matemáticas y la Física (Camacho, 2006). A continuación, se relacionan los autores y sus aportes a la Ingeniería Industrial, Ver tabla 3.

Tabla 3
Autores y sus aportes a la Ingeniería Industrial

AUTOR	AÑO	TEMA
Frederick Winslow Taylor	1911	Es considerado como el precursor de la Ingeniería industrial, pues estableció los principios de ejecución, planeación, preparación y control.
Kaoru Ishikawa		El diagrama de causa- efecto
Henry Fayol	1925	Desarrolló un modelo administrativo que se basa en la división del trabajo
Benjamin Niebel		Métodos, estándares y diseño de trabajo
Phillip Crosby		Implementó la palabra prevención como una palabra para definir la calidad total
Adam Smith	1776	La teoría del valor y describió las ventajas y desventajas de la división del trabajo
Charles Babbage	1800	Creó los sistemas analíticos para poder mejorar las operaciones de una empresa
Henry Ford	1913	Modificó el motor de combustión interna y también se le atribuye la producción en serie en su empresa Ford
Carl Barth		Inició el cálculo de producción basado en la velocidad y la alimentación, materiales y herramientas

Enfoques teóricos de la Ingeniería Industrial

AUTOR	AÑO	TEMA
Henry Gantt	1914	El control y planificación de operaciones mediante gráficas, el invento “la gráfica de Gantt”.
Harrington de Emerson		Estableció los doce principios de la eficiencia, simplifico los métodos de estudio y trabajo
Lillian Moller Gilbreth y Frank B. Gilbreth	1911	La invención de los micro movimientos
Hugo Diemer	1908	Primeras clases de Ingeniería industrial en Pensilvania State College
Henry Metcalfe		Registro para el control de costos y fichas para pago de remuneraciones
F. W. Harris	1917	Modelo de lote económico en gestión de stocks
Walter Shewhart	1931	Muestreo de inspección y tablas estadísticas de control
Elton Mayo	1927-1933	Estudio de condiciones de trabajo, motivación del trabajador
Dantzig	1940	Método Simplex para la solución de problemas dentro de sistemas complejos
Von Bertalanffy		Teoría General de Sistemas
Tai-Ichi Ohno, Deming y Juran	1980-1989	Kanban, Poka-Jokes, filosofía de la calidad, ciclo PDCA
Goldratt		Teoría de restricciones, análisis de cuello de botella
Hammer		Análisis de procesos, análisis de valor, outsourcing, resizing
		Proceso administrativo en organizaciones de servicios
Fabricantes de computadores, investigadores de Europa y Estados Unidos	1970-1979	Programación y control de taller, MRP, pronósticos, gestión de inventario, gestión proyectos

AUTOR	AÑO	TEMA
Estados Unidos y Europa Occidental	1950-1969	Simulación, teoría de colas, líneas de espera, teoría de las decisiones, programación matemática, PERT-CPM

Fuente: *Adaptado del libro: Dirección y Administración de la producción y de la Operaciones. MacGraw-Hill*

Trabajos Académicos

La evolución de la Ingeniería industria en cuanto a los temas más relevantes, se vislumbró aproximadamente desde el año 1945, y estos se dirigieron a las operaciones de producción, la productividad, métodos y tiempo, e Ingeniería de Métodos. En los años cincuenta, se desarrolló la logística, la investigación de operaciones y la teoría de calidad; para la década de los sesenta, los sistemas productivos y la teoría de líneas de espera; entre los años 70 y 80, los trabajos se dirigían a las nuevas tecnologías, justo a tiempo y control total de la calidad; en la actualidad tenemos los sistemas de información y la computación (Acuña, 2015).

Para relacionar las investigaciones en la actualidad, nos remitimos al compilador de Scopus 2018, de donde identificamos los temas más renombrados y sus autores:

1. Planeación programación y control de la producción, los autores son: Chu, C. Egbelu, P.J. Grossmann, I.E. Gharbi, A. Morabito, R. Almada-Lobo, B. Zhang, Q. Uzsoy, R. Sethi, S.P. y Kenné, J.P.
2. Distribución en planta, los autores son: Kühn, I. Verheyen, K. Onda, Y. Wang, T. Essl, F. Thuiller, W. Jiang, G. Pyšek, P. Svenning, J.C. y Guisan, A.
3. Sistemas de costeo de producción, los autores son: Nidhal, R. Franke, J. Reinhart, G. Rezg, N. Dolgui, A. Kenné, J.P. Chiu, Y.S.P. Dincer, I. Gharbi, A. Chiu, S.W.
4. Administración de la cadena de suministro, los autores son: Alexandrino, P. Attri, R.K. Cagliano, R. Caniato, F. Cantamessa, M. Carvalho, M.S. Chen, Y. Davies, A. Dev, N. Devadasan, S.R. y Grover, S.

5. Diseño de sistemas productivos, los autores son: Abrahamsson, P. Aghdaie, M.H. Batista, C.F.A. De Araujo, R.M. De Oliveira Barros, M. Magdaleno, A.M. Nikiforova, O. Nikulsins, V. Shanmugam, A. Werner, C.M.L. y Thomas, A.
6. Metodología e Ingeniería de organización, los autores son: Ahmed, F. Caballero, I. Lindemann, U. Tribolet, J. Vinodh, S. Da Silva, M.M. Escalona, M.J. Mendes, C. DeLoach, S.A. Aveiro, D. y Piattini, M.

Conclusiones

El presente estudio abordó una revisión literaria en plataformas y bases de datos, donde se profundizó en los orígenes, la evolución y la perspectiva de la Ingeniería Industrial. De este análisis se concluye que:

- En consenso, el punto de partida de la Ingeniería Industrial es la Revolución Industrial hacia el siglo XVIII en Inglaterra. La enseñanza de esta carrera se inició en el Real Conservatorio de las Artes de Madrid en España y en la actualidad esta soportada por diferentes enfoques que incluyen los aportes de reconocidos precursores, tales como Frederick Taylor, Henry Ford, Henry Fayol, Elton Mayo, Deming, entre otros.
- En cuanto a la evolución de la profesión, desde sus inicios, existen una gran variedad de áreas, campos, disciplinas o especialidades, dentro de la cuales podemos mencionar: la mejora de los métodos de trabajo, el diseño de plantas, los estándares de la mano de obra, seguidos por la Ingeniería de proyectos, la gestión de inventarios, el análisis financiero y los sistemas de gestión de calidad. En la actualidad, con el auge de las organizaciones de servicios, se tiende a la consultoría, desarrollo de software y creación de empresas.
- La Ingeniería Industrial, como disciplina, se dedica a la administración de sistemas integrados de recursos humanos, organizados para la producción eficiente y eficaz de manufacturas y servicios, la innovación, la mejora, la instalación, los materiales, el equipo, la tecnología y el diseño.

- Colombia afronta un reto con los programas de Ingeniería Industrial. En la actualidad, estos Programas deben unir sus esfuerzos en el uso y aplicación de nuevas tecnologías que brinden avances importantes en la investigación, lograr altos estándares de calidad y que garanticen productividad y competitividad en mercados nacionales e internacionales.

Referencias

- Acevedo, A., & Linares, M. (2012). El enfoque y rol del ingeniero industrial para la gestión y decisión en el mundo de las organizaciones. *Industrial Data*, 15(1), 9–24. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/816/81624969002.pdf>
- ACOFI. (2013). Marco conceptual de las Matemáticas: Las Matemáticas en Ingeniería. Recuperado de: <http://www.acofi.edu.co/wp-content/uploads/2013/08/Marco-Conceptual-de-Matematicas.pdf>
- ACOFI. (2015). La Ingeniería Industrial. *Anales de Ingeniería*, 27-30. Recuperado de <http://www.acofi.edu.co/wp-content/uploads/2013/08/La-Ingenier%C3%ADa-Industrial.pdf>
- Acuña, J. (2015). Estado del arte ingeniería industrial. *Revista Fidélitas*, (5), 148–152. Recuperado de <https://ufidelitas.ac.cr/assets/es/revista-fidelitas/se-5-estado-del-arte..pdf>
- Baca-Urbina, G., Cruz-Valderrama, M., Vázquez, I. M. A., Baca-Cruz, G., Gutierrez-Matus, J. C., Pacheco-Espejel, A. A., ... Rivera-González, A. E. (2014). *Introducción a la Ingeniería industrial*. México, D.F: Grupo Editorial Patria.
- Carrión, V. del R. (2014). *LA MIGRACIÓN DE INGENIEROS MEXICANOS A ESTADOS UNIDOS: UN ANÁLISIS DE TRAYECTORIAS PROFESIONALES*. El Colegio de la Frontera Norte. Recuperado de <https://www.colef.mx/posgrado/wp-content/uploads/2014/11/Tesis-Carrion-Latorre.pdf>
- Congreso de la República. Ley 842 de 2003 (2003). República de Colombia: Diario Oficial No. 45.340, de 14 de octubre de 2003. Recuperado de https://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-105031_archivo_pdf.pdf

- Creswell, J. W. (2014). *Research design. Qualitative, quantitative and mixed methods approaches* (4a ed.). London: Sage Publications, Inc. <https://doi.org/10.1007/s13398-014-0173-7.2>
- García González, F. (2012). Una mirada a la formación en Ingeniería en el contexto internacional. ACOFI. Recuperado de http://www.acofi.edu.co/wp-content/uploads/2013/08/DOC_PE_Mirada_formation_en_ingenieria.pdf
- Gomez-Stincer, J. R. (2012). *Introducción a la Ingeniería industrial*. Tlalne-pantla: Red Tercer Milenio S.C.
- Guédez-Fernández, C. (2011). Programación Lineal e Ingeniería Industrial: una Aproximación al Estado del Arte. *Ingeniería Industrial. Actualidad y Nuevas Tendencias*, II(6), 61–78. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=215021914005>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6a ed.). México D.F.: Mc Graw Hill Education.
- Lee, A., & So, C. (2014). Alfabetización mediática y alfabetización informacional : similitudes y diferencias. *Comunicar*, 21(42), 137–146. <https://doi.org/10.3916/C42-2014-13>
- Martin-Vega, L. A. (2001). The purpose and evolution of industrial engineering. *Maynard's industrial engineering handbook*, 1-3.
- Pineda, N. (2007). El Ingeniero Industrial Actuando En Diversas Disciplinas. En: *Fifth LACCEI International Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology (LACCEI'2007) "Developing Entrepreneurial Engineers for the Sustainable Growth of Latin America and the Caribbean: Education, Innovation, Technology and Prac* (p. 10). Tampico, México: LACCEI. Recuperado de http://www.laccei.org/LACCEI2007-Mexico/Papers_PDF/IE057_Pineda.pdf
- Pritsker, A. A. B. (1997). Modeling in performance-enhancing processes. *Operations Research*, 45(6), 797-804. <https://doi.org/10.1287/opre.45.6.797>
- Real Academia de la Lengua Española [RAE]. (2017). *Diccionario de la lengua española*. Madrid: Espasa Calpe.
- Camacho Oliveros, M. A. (2006). *Módulo: Introducción a la Ingeniería industrial*, Bogotá: U Nacional Abierta y a Distancia.

- Rojas, R. (2013). *Guía Para Realizar Investigaciones Sociales* (38a ed.). México D.F: Plaza y Valdes Editores. Recuperado de <http://raulrojassoriano.com/cuallitlanezi/wp-content/themes/raulrojassoriano/assets/libros/guia-realizar-investigaciones-sociales-rojas-soriano.pdf>
- Salazar López, B. (2013). Micromovimientos (Therbligs) - Ingeniería Industrial. Recuperado el 29 de septiembre de 2018, de <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/ingeniería-de-metodos/micromovimientos/>
- Samuelson, P. A., & Nordhaus, W. D. (2002). *Economía* (17a ed.). Madrid: McGraw-Hill.
- Savin-Baden, M., & Major, C. H. (2013). *Qualitative research : the essential guide to theory and practice*. London: Routledge.
- So, C. Y. K. (1995). *Mapping the intellectual landscape of communication studies: An evaluation of its disciplinary status*. University of Pennsylvania. Recuperado de <https://repository.upenn.edu/dissertations/AAI9615129/>
- UNESCO. (2010). *Engineering : Issues Challenges and Opportunities for Development*. UNESCO. Paris: UNESCO Publishing. Recuperado de <http://researchspace.csir.co.za/dspace/handle/10204/5055>
- Valencia Giraldo, A. (2004). La relación entre la Ingeniería y la ciencia. *Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia*, (31), 156–174. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43003113>
- Vargas Zambrano, S. M., & Benavides Alvarado, F. E. (2011). Surgimiento y evolución de la Ingeniería industrial. *Revista In Vestigium Ire*, 4, 19–28. Recuperado de <http://revistas.ustatunja.edu.co/index.php/ivestigium/article/download/177/161>
- Varón, A., Marín, C. N., & Bernal, L. Y. (2014). Pertinencia e impacto social del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad de San Buenaventura , Cali : una perspectiva de marketing. *Revista Soluciones de Postgrado EIA*, 7(13), 55–94. Recuperado de <https://revistas.eia.edu.co/revistas/index.php/SDP/article/view/659>

Capítulo 3

TENDENCIAS DEL PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Rafael Merlano Porto¹
Ramiro Otero Paternina²

Resumen

En la actualidad, la Ingeniería Industrial puede ser entendida como un conjunto de normas, reglas, métodos y principios, aspectos teóricos y prácticos, que son aplicados a organizaciones y empresas con el firme propósito de aprovechar recursos de máquinas y humanos. Asimismo, diseñar y planificar ambientes de trabajo para maximizar el beneficio. Como consecuencia, la Ingeniería Industrial no puede estar distante de los cambios en los procesos, transformaciones, e innovaciones, vistos desde la Ciencia y la Tecnología, que son generados por la globalización, los cuales, planteados de manera general, terminan impactando la realidad de las naciones, de las regiones e inclusive la local. En ese sentido, la presente revisión bibliográfica relaciona las principales tendencias de la Ingeniería Industrial, desde un ámbito internacional, latinoamericano y nacional. En un primer análisis, se muestran aspectos genéricos de la Ingeniería Industrial.

1 Ingeniero Industrial de la Universidad Tecnológica de Bolívar(UTB), con título de Maestría en Ingeniería Industrial y énfasis en Producción y Optimización, de la Universidad Tecnológica de Bolívar, y con especialización en Gerencia de Proyectos de la Universidad de Sucre-Clase 7 Gerencial de Sincelejo-Medellín. Estudiante de Doctorado en Sistemas Integrados, de la Universidad Americana de Europa (UNADE). Se desempeña actualmente como profesor de tiempo completo de la Facultad de la Facultad de Ciencias Básicas, Ingeniería y Arquitectura de la Corporación Universitaria del Caribe—CECAR. Correo: rafael.merlano@cecar.edu.co

2 Ingeniero Industrial de la Universidad de Pamplona (Pamplona, Colombia), Magíster en Sistemas Integrados de Gestión de la Universidad Internacional de la Rioja de España, adelanta estudios de Maestría en Prevención de Riesgos Laborales en la Universidad Internacional de la Rioja de España. Actualmente, labora como docente de tiempo completo en la Corporación Universitaria del Caribe—CECAR en la facultad de ciencias básicas, ingeniería y arquitectura en la ciudad de Sincelejo, Colombia. Correo: ramiro.oterop@cecar.edu.co

Posteriormente, se detallan algunas tendencias a nivel internacional, planteadas por la Unesco, la ABET y la CIUO, mediante un informe de ocupaciones; y el informe sobre el proyecto EUROPA 2020, por las Randstad Professional. En ese orden, se realiza un análisis de los rankings y comportamientos de las universidades en el área de la Ciencia, la Tecnología y las principales asociaciones de Ingeniería Industrial en los ámbitos internacional y nacional. Posteriormente, en el área de la Investigación, se realiza una búsqueda en una de las principales bases de datos (Scopus) sobre el comportamiento y tendencias en la publicación de artículos, capítulos de libros, citas y otros documentos en los ámbitos internacional, latinoamericano y nacional.

Palabras claves: Abet, Carreras Stem, Indicadores, OCTI-OEA, Ranking, Ingeniería Industrial.

Abstract

Currently, Industrial Engineering can be understood as a set of rules, methods and principles, theoretical and practical aspects, which are applied to organizations and companies with the firm purpose of taking advantage of resources of machines and humans. Also, design and plan work environments to maximize the benefit. As a consequence, Industrial Engineering can not be distant from the changes in processes, transformations, and innovations, seen from Science and Technology, which are generated by globalization, which, raised in a general way, end up impacting the reality of the nations, of the regions and even the local one. In this sense, the present bibliographic review relates the main tendencies of Industrial Engineering, from an international, Latin American and national scope. In a first analysis, generic aspects of Industrial Engineering are shown. Subsequently, some international trends are outlined, raised by Unesco, ABET and ISCO, through an occupational report; and the report on the EUROPE 2020 project, by Randstad Professional. In that order, an analysis is made of the rankings and behaviors of the universities in the area of Science, Technology and the main Industrial Engineering associations at the international and national levels. Subsequently, in the area of Research, a search is made in one of the main databases (Scopus) on the behavior and trends in the publication of articles, book chapters, citations and other documents

in the international, Latin American and international spheres. national.

Keywords: Abet, Stem Racing, Indicators, OCTI-OEA, Ranking, Industrial Engineering

INTRODUCCIÓN

El siguiente capítulo evidencia las tendencias actuales de la Ingeniería Industrial en el ámbito nacional e internacional, los retos del medio al que se enfrentan como profesionales del área, teniendo en cuenta el cómo y el por qué se ha desarrollado en el transcurso del tiempo.

Las necesidades actuales dan un valor protagónico al Ingeniero Industrial, el cual es el encargado de disminuir los impactos generados por el alto índice de producción global, buscando la optimización de los procesos de la mano con la normativa vigente, sin descuidar la salud y el bienestar de los trabajadores, sin dejar de lado la importancia y cuidado del medio ambiente, con la realidad de que toda actividad realizada por el hombre genera un impacto ambiental, lo que puede ayudar a ser más competitivo en las diferentes empresas e industrias, ayudando a crear una cultura del cambio con base en los tratados internacionales que le dan un valor a la calidad, a los procesos, a las necesidades y a los requisitos internacionales (Franco, 2015).

Es necesario conocer el comportamiento general, el estado actual y la tendencia de la Ingeniería Industrial en la Unión Europea, en las Américas y en el ámbito nacional; verificar las similitudes entre áreas y las diferentes ofertas académicas del programa, en los ámbitos internacional y latinoamericano.

Por otro lado, es preciso identificar los factores diferenciadores, según *ranking* mundiales, que, para el caso específico de la presente revisión, se tuvo como referente el ranking de Shanghái. Basados en este índice internacional, fue posible identificar las instituciones mejor clasificadas internacionalmente en el área de las Ciencias y la Ingeniería, así como el ranking latinoamericano y nacional de las universidades en la misma área. Se analizaron las bases de datos de Ingeniería, las tendencias, artículos,

autores, instituciones, países, tipos de documento que más se publican del tema.

Las carreras como Medicina, Ingeniería Civil e Ingeniería Industrial son las que más vinculación laboral poseen, lo que quiere decir que es alta la demanda en estas profesiones y es directamente proporcional al salario devengado (Otálora, 2010, p. 1)

METODOLOGÍA

Para la compilación del presente documento se trabajó bajo un enfoque descriptivo, apoyándose principalmente en revisiones e interpretaciones de la literatura, fuentes secundarias, estudios de tendencias y comparativos, y las bases de datos de Scopus, la cual nos permitió indagar el comportamiento de las publicaciones en el ámbito internacional, latinoamericano, y nacional. Dentro de este marco, fue posible estructurar los aspectos más relevantes para estudiar y analizar las tendencias de la Ingeniería Industrial, bajo la óptica de las áreas disciplinares, investigativa, y factores ocupacionales vistos de manera prospectiva entre la Ingeniería Industrial y otras profesiones. En una primera fase se abordan aspectos generales de la profesión, pasando por una revisión documental de tendencias, los cuales están basados en estudios realizados por organismos como la Unesco, la ABET, el proyecto Europa 2020, la Unión Europea y los estudios realizados por la OCTI-OEA para América Latina. En la segunda fase, se indagó sobre los rankings mundiales de las mejores universidades en el área de la Ingeniería. En la tercera fase, se trabajó en la base de datos Scopus, donde se analizaron los autores, las instituciones, los países y el tipo de documento que más publican en el área de la Ingeniería Industrial.

Aspectos generales de la ingeniería industrial

La globalización y la competitividad es una realidad que rebasan y trasciende las fronteras políticas y culturales del mundo, y exige a los países a transformar su entorno y sus realidades de cara a los desafíos de los grandes cambios y avances tecnológicos, económicos, sociales y ambientales.

Las fuerzas desatadas por el crecimiento de los mercados y la pérdida de fronteras por la globalización, puede suponer para las empresas oportunidades, pero también pueden representar riesgos a corto, mediano o largo plazo. Es importante, para las organizaciones y empresas nacionales o locales, efectuar una mirada crítica y reflexionar sobre la trascendencia que representa la expansión de los mercados y la globalización. Con el fin de hacer frente a este reto, es importante incorporar estrategias competitivas y tomar posturas y acciones que impliquen un desarrollo sostenible y sustentable, mediante la incorporación de la Ciencia, la Innovación y la Tecnología, como fuerzas motoras para impulsar el desarrollo económico-social, la modernidad a nivel nacional e internacional, y la generación de valor a los productos y servicios.

Su manifestación más visible es la participación de todas las empresas u organizaciones en diferentes escenarios, basado en el concepto de apertura y libre mercado, abarcando desde los servicios educativos hasta las empresas del sector productivo, donde los productores se acercan a los consumidores, o los mismos consumidores se acercan a los productores.

Asimismo, se puede decir que la Ingeniería se puede considerar como uno de los más importantes pilares y gestores del desarrollo de una nación o región, que permite generar valor a los productos y servicios debido a su relación muy estrecha y cercana con la Ciencia, con los avances tecnológicos y al estudio sistemático de tecnologías para el mejoramiento de los sistemas y procesos (ACOFI & ICFES, 1996).

En ese sentido, el programa de Ingeniería Industrial cobra especial relevancia en los contextos internacionales, nacionales y regionales, convirtiéndose en elemento clave para impulsar los diferentes sectores de la economía, a través de los recursos, la generación de valor a recursos e iniciativas que den respuestas a las problemáticas sociales y económicas, de cara a las necesidades del entorno.

Comportamiento general de la ingeniería industrial

El Ingeniero Industrial pasó de ser considerado un líder de obreros, a ser el referente en los diferentes procesos que existen en las empresas sin importar el sector.

En la actualidad, el Ingeniero Industrial busca no solo satisfacer al cliente por única vez, busca lealtad en los consumidores, lo que traerá una demanda de dicho producto por un periodo en el cual debe innovar para seguir cosechando los frutos que deja la mejora continua y el reconocimiento de la empresa.

El Ingeniero Industrial debe ser consciente del impacto ambiental que generan las diferentes actividades realizadas por cada uno, y las medidas que se deben tomar para minimizarlo. Por tal razón, es primordial ayudar a crear una cultura ambiental en la población, aportando a la disminución de residuos, mejorando la forma y el almacenamiento del mismo (puntos ecológicos). Con la nueva Resolución del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, que modifica la Resolución 668 de 2016, que reglamenta la distribución de bolsas de colores, donde los distribuidores deben suministrar bolsas para cada tipo de residuo a partir del año 2019, de esta forma incentivar la separación de la fuente garantizando un mayor aprovechamiento de los residuos, se distribuirá en tres colores —verde, azul y gris—; es de vital importancia impulsar las 3 R (Reciclar, Reutilizar y Reducir) e implantar en los procesos planes de gestión integral de residuos sólidos que ayude a conservar nuestro planeta y las futuras generaciones (Pachauri et al., 2014, p. 1).

De igual forma, al momento de planear las actividades, debería incluir en los procesos la seguridad de los trabajadores, haciendo un análisis de los diferentes puestos de trabajo, minimizando la posibilidad de riesgo en los empleados, teniendo en cuenta la prevención como consigna y suspendiendo actividades si fuese el caso, que coloquen en riesgo la seguridad de los empleados. Esto debe estar acompañado de capacitaciones constantes sobre la normativa vigente en los Sistemas de Gestión de Calidad ISO 9000, Sistemas de Gestión Ambiental ISO 14000 y Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo ISO 45000.

Tendencias de la ingeniería industrial

Estado actual y tendencias de la ingeniería industrial en el contexto internacional

Unesco

A nivel global, los roles que enfrenta la Ingeniería son críticos, debido a los desafíos que, a gran escala, se deben abordar para resolver problemas relacionados con los sistemas energéticos, transporte, cambio climático; proporcionar a nuestras poblaciones un acceso más equitativo a la información; la explotación de los recursos hídricos de manera sustentable; mitigación de desastres provocada por el hombre; protección ambiental y gestión de recursos naturales; y la necesidad urgente de avanzar hacia un futuro con bajas emisiones de carbono, entre muchos otros. Estas actividades, como tal, implican movilizar recursos y e involucrar a la comunidad de Ingeniería para que sea más efectiva en la entrega de productos y, además, servicios reales de beneficio para la sociedad, especialmente en el mundo en desarrollo, es una responsabilidad internacional de vital importancia (UNESCO, 2010).

Por otro lado, la Ingeniería enfrenta, adicionalmente, otros desafíos y oportunidades que son propios del área. Entre ellos, promover la Ingeniería particularmente en mujeres; fortalecimiento de las empresas que pertenecen al sector educativo; crear alianzas interdisciplinarias, con eficacia, con las Ciencias Naturales y Sociales; mejorar nuestro enfoque en la Innovación; impulsar el espíritu empresarial y la generación del empleo, como factor decisivo para el desarrollo; e impulsar una mayor conciencia pública y apoyo para la empresa de Ingeniería. Otro factor, que se traduce en preocupación, especialmente, para los países que se encuentran en vías de desarrollo, es la aparente disminución de interés para estudiar Ingeniería, específicamente en mujeres jóvenes.

Se precisa, entonces, de información que dé cuenta sobre aspectos muy puntuales relacionados con la transformación de los métodos para la enseñanza de la Ingeniería; de los planes de estudio, y un enfoque para el estudio de la Ingeniería basada en la resolución de problemas. Es así como la Innovación y la Tecnología interactuando con la Ingeniería, se convierte en parte de la solución a los problemas mundiales (UNESCO, 2010).

Según la UNESCO (2010), la Ingeniería es la profesión que le corresponde el desarrollo, provecho e implementación de conocimientos técnicos, científicos y matemáticos en el diseño, la innovación y el empleo de materiales, maquinas, sistemas y procesos, en busca de un fin común. Particularmente, la profesión de la Ingeniería es amplia e incluye una serie de disciplinas especializadas o campos de intervención, dentro de los cuales se encuentra la Ingeniería Industrial, la cual se encarga de analizar, diseñar, desarrollar y mantener los sistemas y procesos industriales (CECAR, 2017)

Tendencias ingeniería industrial abet

Según la ABET (2013), los Planes de Estudio que se refieran a programas de Ingeniería Industrial deben preparar al estudiante, con las siguientes competencias: efectuar diseños relacionados con la Ingeniería Industrial; desarrollar, implementar y mejorar los sistemas integrados, teniendo en cuenta que estos sistemas para su operación incluyen recursos humanos, equipos, materiales, también información y energía. Estipula también la ABET (2013), que los Planes de Estudio deben reflejar y ser precisos sobre las estrategias empleadas para lograr la integración de los sistemas. Además, debe quedar explicitado en el diseño de los Currículos y reflejarse en los Planes de Estudio, las estrategias para desarrollar las practicas analíticas, como se adquieren las competencias computacionales y los temas relacionados con la experimentación en los sistemas y procesos.

Tendencias internacionales de informe ocupacional, clasificación ciuo

En el documento promulgado por el DANE, para la Clasificación Internacional Uniforme de Ocupaciones (CIUO-8 AC) adaptado para Colombia, se clasifican las diferentes trabajos u oficios mediante el sistema SEN (Sistema Nacional de Estadísticas), como proceso de adaptación y comparabilidad en las estadísticas del mercado laboral, acatando las directrices y recomendaciones de la OIT, y el respaldo de la comunidad internacional.

La CIO (Clasificación Internacional Uniforme de Ocupaciones) se establece con la voluntad de contar con un instrumento que permita comparar internacionalmente la información y las estadísticas, donde se

relacionen las diferentes ocupaciones, y pueda servir de modelo para que los países puedan realizar una clasificación o revisar las existentes.

En el grupo dos (2) del subgrupo primario 214, se establecen las especificaciones generales para las ocupaciones como Ingenieros, con la siguiente especificidad:

Diseñan, planifican y organizan el ensayo la fabricación, instalación y mantenimientos de estructuras, máquinas y sus componentes, sistemas de producción y plantas y horarios del plan de producción y procedimientos de trabajo, para asegurar que los proyectos de Ingeniería se realicen de manera segura, eficiente y rentable (DANE & OIT, 2015).

Dentro de este subgrupo se resaltan otras ocupaciones generales, no menos para el área de la Ingeniería, de la cual se destacan y se relacionan los aspectos que tienen más correspondencia con la Ingeniera Industrial, entre ellos;

Fabricar, instalar, operar y mantener equipos y maquinas e instalaciones, organizar y gestionar la mano de obra para los proyectos y la entrega de materiales, maquinaria y equipo, estimar los costos totales y preparar planes detallados de costos y presupuestos, como herramientas para control presupuestal, resolver problemas de diseño y operativos en los diversos campos de la Ingeniería a través de la aplicación de las tecnologías de la Ingeniería” (DANE & OIT, 2015). Las ocupaciones de este subgrupo se clasifican entre otros en las siguientes Ingenierías:

2121 industriales y de Producción

2142 Civiles

2143 Medio Ambiente

2144 Mecánicos

2145 Químicos

2146 Ingenieros de Minas, Metalúrgicos y afines

2149 Las Ingenierías que no clasifican para estos grupos, considerados como primarios

Ahora bien, para el subgrupo 2121, referente a las ocupaciones específicas de la Ingeniería Industrial, se destacan los siguientes aspectos: “La investigación y el diseño organizacional, el control de la producción y de planta, la operación y el mantenimiento de los procesos productivos y lo relacionado con el Layout de las plantas de producción Industrial. Igualmente, se establecen además acciones y programas para coordinar las actividades de fabricación y evalúan la rentabilidad y su nivel de seguridad” (DANE & OIT, 2015). Además del estudio relacionados con el tema de producción y su organización —el cual comprende los procesos que guardan relación con la planificación, la programación, el *layout* de plantas o distribución de plantas industriales, el diseño de instalaciones, flujos de procesos y productos, de bienes y/o servicios—, incluye también las áreas administrativas, la optimización de proceso y sistemas mediante el modelamiento matemático y las técnicas de Investigación de Operaciones, Administración Financiera y las áreas relacionadas con el tema comercial y de mercadeo. Se contempla, además, la innovación y la gestión de los procesos y sistemas empresariales, para mejorar su productividad, la calidad y su competitividad, involucrando aspectos de mejora e instalación de los sistemas integrados por el recurso humano, materiales, insumos, información y equipos (DANE & OIT, 2015).

De manera más específica, en el mismo documento para la “Clasificación.

Internacional Uniforme de Ocupaciones ((DANE & OIT, 2015, pp. 86-87) se registran las siguientes áreas.

1. Estudiar manuales de funciones, organigramas para analizar, definir las funciones, especificaciones, y responsabilidades de los trabajadores y de las áreas de trabajo.

2. Diseñar e implementar programas para la medición del trabajo y análisis de las actividades para desarrollar propuestas y normas en cuanto a la utilización del trabajo.

3. Análisis de la fuerza de laboral o de trabajo, el diseño y distribución de las instalaciones, los planes y programación de la producción, sistema de costeo de procesos y de productos y optimizar las eficiencias del recurso humano y equipos.

4. Determinar especificaciones para la producción, flujo de los materiales, capacidades de producción y diseño y flujo de los procesos e instalaciones.

5. Asesorar y apoyar la gestión de la gerencia sobre innovación en los métodos de trabajo, procesos, tecnología y técnicas, para la correcta utilización de los factores productivos.

6. Apoyar, mediar y servir de vínculo entre los departamentos de compra, mercadeo y los sistemas logísticos de la empresa.

7. Realizar estudios y efectuar asesoramientos, para la ubicación, distribución y redistribución más eficiente para la disposición de los equipos y materiales de la planta.

8. Efectuar los cálculos técnicos de los procesos de fabricación necesarios para estimar las cantidades y costos de producción, materiales y demás recursos requeridos.

9. Proponer y adecuar métodos y técnicas de producción, para asegurar la calidad y la confiabilidad de los procesos y los productos en procura de la sostenibilidad de la empresa.

10. Controlar los procesos de producción, mediante el diseño y gestión adecuada de los sistemas de inspección.

11. Formular, evaluar y controlar proyectos de inversión, estudio de viabilidad de los proyectos de pre inversión a nivel de prefactibilidad, factibilidad, y diseños definitivos.

Con base en lo anterior, la CIUO 8 (DANE & OIT, 2015, p. 87) define las ocupaciones incluidas bajo esta categoría.

- Asesor de Organización y Métodos
- Ingeniero de Instalaciones Industriales
- Ingeniero de Organización Industrial
- Ingeniero de Producción
- Ingeniero Industrial
- Ingeniero Industrial Control de Calidad
- Ingeniero Industrial de Eficiencia

Tendencias de la ingeniería en Europa Randstad Professionals y el Proyecto Europa 2020

En Europa, el informe elaborado por Randstad Professionals y el proyecto Europa 2020 (<https://www.randstad.es/.../las-carreras-universitarias-con-mejores-perspectivas-laboral>) resaltan que la Ingeniería es y seguirá siendo una de las disciplinas más demandadas por las empresas y las instituciones en años futuros. Los objetivos de innovación trazados por todos los gobiernos europeos, de cara al plan Europa 2020, solo será posible con la apuesta de las escuelas de Ingeniería. En el mismo proyecto, se evidencian los tres pilares básicos; la innovación tecnológica, la internacionalización y la reestructuración necesaria del sector, se convierten en aspectos claves para mejorar la competitividad en un mundo globalizada. Asimismo, el informe de la Randstad Professionals sostiene que las profesiones como médico, farmacéutico, biólogo, biomédico, **Ingenieros Industriales**, ingeniero de caminos e ingenieros informáticos, de telecomunicaciones o físicos, son las que presentan mayor futuro y mayor demanda.

Otras tendencias de la ingeniería industrial Unión Europea

Según estudios realizados por Forbes y publicados Cristina Jiménez Alonzo, la elección de las carreras universitarias obedece a factores que están relacionados con los planes que se tienen para el futuro, por parte de quien toma la elección, los gustos y, en muchas ocasiones, tomamos la elección de una carrera universitaria o profesional con base en la oferta de empleo.

Las STEM para la Unión Europea, es un acrónimo que agrupa a las profesiones o programas que pertenecen a los campos de la ciencia, la tecnología, la Ingeniería y las Matemáticas. También, según el mismo estudio realizado por FORBES, son las que menos tasa de paro presentan que, analizada de otra forma, son aquellas profesiones que presentan o han registrado menor tasa de desempleo en los últimos años.

De acuerdo con el informe desarrollado por Randstad Research, en cinco años se crearán 1.250.000 puestos y 390.000 buscarán a personas formadas en carreras pertenecientes a la rama de la Tecnología y las Ciencias de la Salud. En concreto, los perfiles de Ingeniero y profesional del Big Data serán los más demandados. Este informe también recoge los datos de matriculación en estas carreras STEM y no son positivos, ya que cada vez

son menos los que se matriculan en dichas carreras, lo que supone que cierto sector de demanda no verá cubierta sus necesidades.

Dentro del mismo grupo de clasificaciones como STEM, también hay preferencias. Ingeniería electrónica e Industrial y medicina son las que menos datos de paro recogen, 0% y 0,6% respectivamente. Le siguen Ingeniería Aeronáutica (2,8%), Ingeniería Informática (3,8%) e Ingeniería de Telecomunicaciones (5%) (Jiménez, 2018).

Tendencias de la ingeniería industrial para las Americas

Tendencias de la ingeniería industrial americana latina OCTI-OEA para el 2025, en países miembros de la OEA

Para las Américas, y de acuerdo a los proyectos y estudios realizados por la OCTI (Oficina de Ciencia Tecnología e Innovación), que es una organización adscrita a la OEA (Organización de los Estados Americanos) con el apoyo de la Universidad de Illinois y el Institute for Computing in Humanities, Art and social S(I—CHASS) a través del Advanced Research And Technology Colaboratory for de Américas (ARTCA) y de la UPB (Universidad Pontificia Bolivariana) en Colombia, y de la iniciativa Hemisférica Ingeniería (EFTA) para las Américas, realizaron un estudio mediante el método DELPHI, para indagar sobre las variables y tendencias que más puedan impactar directamente al desarrollo de la Ingeniería Industrial en los próximos años.

El estudio, trazo como objetivo en su primera fase, consolidar un panel de expertos relacionados con los temas de Ingeniería Industrial. Aplicando el método Delphi, se logró identificar y priorizar nuevas tendencias en el área de la Ingeniería Industrial, además de los temas, variables, estrategias y otros criterios relacionados con el Programa. El panel de expertos conto con la participación de 12 países y 33 representantes de los diferentes países que hicieron parte del estudio.

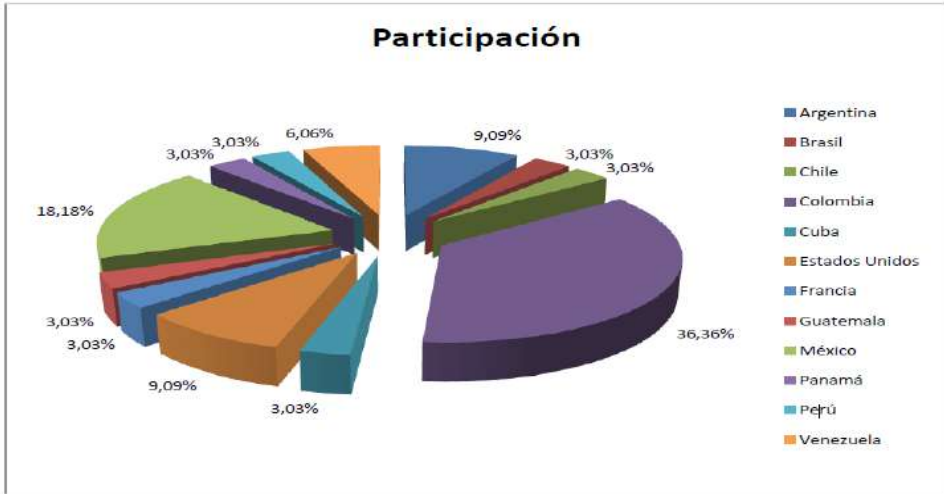


Figura 1. Países participantes en el estudio de la OCTI (OEA & UPB, 2012).

Se relacionan las variables claves que dan cuenta de las tendencias del Programa para el año 2025, entre las áreas priorizadas, se encontraron:

Tabla 1
Tendencias por área del Programa de Ingeniería Industrial 2025

Área	Tema-Descripción	Promedio
Nuevas Tecnologías	Gestión de la Innovación	41,49%
	Gestión de la Tecnología	
	Optimización de Procesos	
	Asuntos Éticos	
	Sostenibilidad	
Optimización	Diseño de Experimentos	35,98%
	Modelos Determinísticos para la toma de Decisiones	
	Modelos de Redes	
	Estadística de Probabilidades	
Producción	Seguridad y Salud en el Trabajo	43,29%
	Gestión de Operaciones	
	Logística y redes de Distribución	
	Gestión de la Calidad	
	Responsabilidad Social Empresarial	

Área	Tema-Descripción	Promedio
Administración y Finanzas	Formulación y Evaluación de Proyectos	43,27%
	Gestión de Proyectos	
	Investigación de Mercados	
	Administración Básica	
	Gestión Humana	
	Costeo por ABC	
	Análisis Financiero	
	Planeación por Escenarios	
	Estrategias de Mercado	
	Gestión de Riesgo Financiero	
	Simulación Financiera	
Criterios de Calidad	Trabajo en Grupos Multidisciplinarios	45,16%
	Interpreta problemas de Ingeniería, diseña, y evalúa alternativas de solución innovadoras desde el punto de vista, técnico, ambiental económico, político y ético.	
	Identificación y modelado del problema	
	Pensamiento Creativo	
	Pensamiento Crítico	
	Aprendizaje Permanente	
	Ética Profesional, Integridad y Responsabilidad	
	Comportamiento Profesional	
	Formar Equipos Eficaces	
	Liderazgo	
	Trabajo en Equipo	
	Presentación oral y comunicación interpersonal	
	Inglés	
	Ciencias Básicas	
Estudios de Caso		

Fuente: Tomado del Estudio de la Oficina de Ciencia y Tecnología - (OEA & UPB, 2012).

En los resultados del estudio desarrollado por la OCTI, se identificaron las áreas con las respectivas especificidades, entre ellas tenemos: Área de Nuevas Tendencias Gestión de la Innovación: Caracterizado por la optimización de procesos productivos, para el sector manufacturero y de servicios respectivamente, en el sector manufacturero y de servicios, los principios evolutivos, la Gestión de la I+D (Investigación y desarrollo). Área de Optimización: Para esta área se identificaron los temas relacionados con Modelos Determinísticos y Estadísticas. Área de Producción: Se resalta para esta área el conocimiento en la Ingeniería Industrial, la Responsabilidad Social Empresarial, la Administración y Finanzas (Costeo ABC, Investigación de Mercados, Planeación por Escenarios, Gestión de Riesgos Financieros, Gestión por Procesos). Área Criterios de Calidad: Es considerada un área fundamental en la formación de todo Ingeniero Industrial; en el estudio se identificó el trabajo en grupos multidisciplinarios, el Pensamiento Creativo, el Pensamiento Crítico, la Ética Profesional e integridad y responsabilidad, la conformación de equipos eficaces, y el Liderazgo.

Modelos y tendencias de la ingeniería industrial en algunos países de Europa y América Latina

Tendencias de ingeniería industrial en España

El desarrollo tecnológico en España y la globalización determinan los perfiles requeridos por las empresas. En ese sentido, los estudios técnicos generales, como la Ingeniería Industrial son considerados como los más adecuados para ese contexto. Ello pone de manifiesto las habilidades con que deben contar los Ingenieros Industriales, entre ellas: Proactividad, Capacidad de Adaptación, Capacidad de Trabajo en Equipo. Y otras: Comunicación, capacidad de negociación, liderazgo y motivación (HAYS, 2016). Además, el auge tecnológico, incide en el requerimiento de Ingenieros en I+D, diseño, responsable de los productos, el área de calidad, y la digitalización de los sectores, industria 4.0. En el área de la logística, y debido al incremento de la complejidad de las cadenas de suministro, se requieren Ingenieros con especialidad en Lean Manufacturing. Otros

perfiles demandados son: Ingenieros en operación, distribución, y cadenas de suministro, para el área de compras y aprovisionamiento (HAYS, 2016).

Tendencias de ingeniería industrial en Francia

En el modelo francés, la duración de los estudios de Ingeniería Industrial está programada para cinco años, los cuales se encuentran distribuidos de la siguiente manera: los dos (2) primeros años de clases son preparatorios y tres (3) años en una Escuela de Ingeniería, modalidad en la que se encuentra el 50% de los aspirantes. La otra modalidad son cinco años en una escuela de Ingeniería, equivalentes al 30% de los aspirantes (Giro, 2003)

Las características comunes con este modelo y otros programas de Ingeniería Industrial son:

- Un exigente programa de selección de estudiantes.
- Aproximadamente, 5000 horas de trabajo para los cinco años y 3000 horas durante los últimos tres cursos.
- Un estrecho vínculo con el sector empresarial, para complementar formación académica y prácticas.
- Los docentes con un alto compromiso investigativo.
- Actividades extracurriculares para estudiantes destacados académicamente.
- Durante los tres primeros años se trabaja con las áreas científicas de interés general para las Ingenierías, entre ellas: Física, Matemáticas, Informática, Química, Electrónica y, particularmente, Diseño.
- Otra área considera como asignaturas de base a Idiomas, Recursos Humanos, Economía y Administración.
- Asignaturas con alto contenido Tecnológico y con un 50% de participación en los laboratorios.
- Además, se participa con proyecto al final de carrera.
- Los nexos con el sector empresas para cursar la práctica profesional.
- La práctica como ingeniero, puede tardar hasta seis meses.

- Vinculo del estudiante con un problema de tipo industrial.
- Las practicas estudiantiles, se pueden hacer en el extranjero, y se convalida para tener el título (Giro, 2003).

Para al tercer milenio, y de acuerdo con los planes prospectivos, para definir el título del Ingeniero Industrial, se deben considerar las siguientes características (Giro, 2003):

- Debe ser un profesional enfocado más a abordar los problemas de manera sistémica, y no de manera individual. Identificando la variables y parámetros que más influyen y en los niveles de complejidad.
- Otro factor importante en la evolución y tendencia del Ingeniero Industrial para el tercer milenio, debe considerar un profesional más humanista.
- Proveer una educación científica e investigativa amplia.
- Profesional propositivo.
- Competencia en dominio de otras lenguas.

Tendencias de ingeniería industrial en Perú

Hasta el año 2012, se tenían en Perú 25 universidades con programas para la formación en Ingeniería Industrial, de las cuales 9 son públicas y 16 son privadas. De las 25 universidades que cuentan con programas de Ingeniería en Perú, 14 universidades, equivalente al 56%, se encuentran ubicadas en el Departamento de Lima. De estas 5 son públicas y 9 son privadas. El programa de Ingeniería Industrial es uno de los programas más ofertados en su capital Lima, dado que el 48% de las universidades cuentan con esta disciplina. Otra particularidad indica que el 70 % de los profesionales en el área, trabajan en tareas relacionadas con su formación. Sin embargo, el 60,8% de los que se encuentran laborando, se desempeñan en actividades relacionadas con el área de servicios, tales como servicio y transporte. Para los Estados Unidos, el comportamiento de la ocupación de los Ingenieros Industriales, también marca una tendencia similar de

profesionales trabajando en el área de servicios (Palma, de los Ríos, & Guerrero, 2012).

La Ingeniería Industrial, puede contemplar diferentes perfiles; sin embargo, para la Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación de España, se propone dos posiciones bastante generalizadas en otros contextos, para el título de la Ingeniería (ANECA, 2005). La primera de las interpretaciones está relacionada con la Gestión de las Operaciones, la cual es coherente también con la visión de EEUU, Reino Unido y Holanda, que guarda mucha relación con los programas de Ingeniería Industrial y la Ingeniería de la Fabricación (Palma et al., 2012).

Ahora bien, el otro punto de vista guarda más relación con la Ingeniería de Gestión, esta visión tiene más acogida en el Reino Unido, gestión de la Ingeniería en Italia y al estilo alemán (ABET & EC, 2007). Además, este punto de vista guarda más relación con el enfoque administrativo y la administración de empresas (Palma et al., 2012).

Tendencia de ingeniería industrial en Guatemala

En la 14^a Conferencia Internacional LACCEI para Ingeniería, Educación y Tecnología realizada en el año 2016 en San José de Costa Rica, donde fue ponencia el artículo denominado Propuesta de Cuantificación de Expectativas del Entorno para la Estructuración de una Malla Curricular del Programa de Ingeniería Industrial, en la Universidad del Valle de Guatemala (Silva, Flores, García & Pérez et al., 2016), hace referencia a la forma como definieron el contexto externo del Programa, donde utilizaron tendencias globales de la carrera de Ingeniería Industrial, las cuales fueron expuestas en la conferencia anual del Instituto de Ingenieros Industriales (IIE), con participación de las universidades como North Carolina, Berkeley, Georgia Institute of Technology y Michigan, donde compartieron resultados de sus revisiones curriculares y se encontraron las siguientes tendencias:

Codificación	Tendencia Identificada
A	Enfoque por sistema para el análisis.
B	Las competencias desarrolladas en el área de matemáticas en la disciplina de Ingeniería abarcan el nivel equivalente de las competencias cubiertas en Investigación de Operaciones.
C	Necesidad creciente de estadísticas analítica en múltiples campos profesionales.
D	Los ingenieros Industriales no son los únicos competentes para ejercer como tales, ya que existe una alta demanda de los Master in Business Administration (MBA).
E	Estadística inferencias para manejar la incertidumbre.
F	Es una profesión que se percibe como multifuncional.
G	Gestionar la cadena de suministros con herramientas logísticas.
H	Necesidad de incluir diseño de procesos de manufactura y diseño de productos.
I	Alta demanda de competencias de finanzas.
J	Capacidad para recolección de datos, minería de datos (“data cleaning” y base de datos).
K	Deben desarrollar un pensamiento lógico de procesamiento (programación de algoritmos y diagrama de flujos).
L	Alta demanda de ingenieros Industriales para desarrollar proyectos de servicios y sociales.
M	Innovación y emprendimiento no son obligatorios sino presentados como selectivos.
N	Alta demanda de “Distance Learning” (MOOC).
O	Selectivos entre especializaciones como mercadeo, contabilidad, administración de recursos humanos.
P	Alta demanda de prácticas profesionales e “Internships”.

Fuente: Tomada del Diseño de la Malla Curricular de la Universidad del Valle de Guatemala.

En el ámbito nacional la carrera de Ingeniería es la encargada de aplicar la investigación científica, y existe una necesidad de conocimientos más técnicos que ayude a la implementación del pensar industrial. En esta investigación se concluyó que el Ingeniero Industrial de Guatemala requiere un conocimiento más técnico que ayude a la implementación del pensar de la industria.

Tendencias de la ingeniería industrial en el ámbito nacional

Para el año 2012, y según el informe presentado por Universia y los datos suministrados por el Observatorio Laboral Colombiano, registra que el programa de Ingeniería Industrial, está considerado como una de las disciplinas con amplia demanda y solicitud por parte empresas y organizaciones en su oferta de empleo cualificado. Hasta el momento del informe, se considera como una de las ofertas de programas con mayor salida laboral.

En ese mismo sentido, la Ingeniería Industrial ha superado programas que mantienen y han liderado ranking en los últimos años, como es el caso del programa de Administración de Empresas, el cual ha pasado a un segundo lugar con un 2,67% de las ofertas. Al programa de Administración de Empresas (ADE), le sigue el programa de Informática, con una oferta de 2,52%. En ese mismo se encuentran otros programas, entre ellos, el programa de Ingeniería Técnica Industrial, con una participación en su oferta laboral de 1,86%, Economía 1,52%, Derecho 1,51% y Medicina 1,32%.

Paralelamente a la oferta laboral por programa, es importante resaltar las veinte profesiones con mayor tasa de vinculación a nivel nacional. En ese sentido, en la Tabla 2 se puede apreciar que el programa de Medicina, con un 94%, se destaca como la profesión con mejor tasa de vinculación. Le sigue el programa de Química Farmacéutica, con el 93,70%, y el programa de Ingeniería Electromecánica, con un 93,5% en la tasa de vinculación. El programa de Ingeniería se ubica en el puesto número 16, con una tasa de vinculación 85,60%.

Tabla 2

Tasa de vinculación de las 20 primeras profesiones, programas más demandados.

Nº	PROGRAMA	TASA DE VINCULACIÓN	SALARIO PROMEDIO
1	Medicina	94,00%	3.017.283
2	Química Farmacéutica	93,70%	2.118.385
3	Ingeniería Electromecánica	93,50%	3.002.146
4	Enfermería	93,10%	1.998.612
5	Bacteriología y Laboratorio Clínico	93,00%	2.015.915
6	Ingeniería Eléctrica	92,80%	2.083.887
7	Ingeniería Informática	89,80%	2.057.638
8	Estadística	89,20%	2.346.300
9	Relaciones Económicas Internacionales	89,00%	1.991.094
10	Ingeniería de Sistemas y Computación	88,10%	1.916.040
11	Geología	88,00%	3.327.357
12	Ingeniería de Telecomunicaciones	87,80%	2.188.499
13	Ingeniería Administrativa	86,50%	1.912.009
14	Ingeniería Mecánica	86,10%	2.114.140
15	Ingeniería de Producción	85,60%	2.016.092
16	Ingeniería Industrial	85,60%	1.908.346
17	Ingeniería Electrónica	84,80%	2.025.307
18	Ingeniería de Sistemas	84,80%	1.979.749
19	Finanzas y Comercio Internacional	82,50%	2.036.081
20	Ingeniería de Minas	81,90%	2.359.685

Fuente: Tomado del Informe de Universia (2018).

Aspectos disciplinares

Ámbito internacional

El aprendizaje continuo es primordial para cualquier tipo de profesional en razón de que los cambios tecnológicos cada vez son mayores, de allí que es necesario poseer competencias que le den un valor agregado —como manejo de software, análisis multivariado, herramientas de calidad, filosofías como JIT, sistemas integrados etc.—, que les permitan ser competitivos en un mundo globalizado (Franco, 2015).

Toda actividad realizada por el hombre genera un impacto ambiental. El cambio climático es una realidad. Las pocas políticas ambientales, la falta de cultura ambiental y los ritmos de producción,

desproporcionados, hace que el Ingeniero Industrial cumpla un papel protagonista en la toma de decisiones que ayuden a salvar nuestro planeta (Pachauri 2014 et al., p. 1).

Perfiles ocupacionales de la Ingeniería Industrial en Instituciones Latinoamericanas

Institución	Perfil Ocupacional
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ	<ul style="list-style-type: none"> • Gestión de áreas como producción, operaciones, logística, finanzas, mercadotecnia, sistemas, administración, recursos humanos, seguridad, sistemas integrados de gestión y gestión ambiental. • Gestión de empresas propias.
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO	El ingeniero Industrial participa principalmente en las áreas de planeación y control de la producción, planeación estratégica, implantación de sistemas de calidad, sistemas logísticos, almacenes e inventarios, diseño y producción de envases y embalajes, reciclado de productos, reingeniería de procesos, administración e investigación de operaciones, control estadístico de procesos y en todo lo relacionado con el incremento de la productividad.

Institución	Perfil Ocupacional
TECNOLÓGICO DE MONTERREY	<ul style="list-style-type: none"> • Programación, control y mejora de los sistemas de producción de bienes y servicios. • Planeación estratégica y operativa para asegurar la competitividad. • Diseño y administración de las operaciones de la cadena de suministros. • Diseño e implementación de sistemas de aseguramiento de la calidad. • Administración de proyectos de inversión. • Implantación de sistemas de manufactura Esbelta. • Despliegue de programas para la mejora de procesos.
UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES	<ul style="list-style-type: none"> • Gestión y organización de procesos productivos, logísticos y administrativos. • Modelización por medio de herramientas informáticas, que le permiten realizar programaciones y proyecciones. • Desarrollo de procesos y productos que involucren aspectos tecnológicos, materiales, económicos, funcionales y humanos. • Estudios de proyección económico-financiera, presupuestos y evaluación de proyectos de inversión.

Fuente: Documento Maestro Registro Calificado - CECAR (2017)

Los programas de Ingeniería Industrial, a nivel internacional, que se encuentran acreditados por la Organización de Acreditación de Ingeniería y Tecnología, según ABET, y la duración de los mismos, donde se analizaron universidades de Europa, Asia y América, muestran que el 71% de la propuesta curricular es de 4 años, el 3,2% de 4,5 años, el 19.4 de 5 años y el 6.5 de 6 años en una muestra de las 31 universidades (ABET, 2013).

Revisando algunos programas académicos del contexto internacional, observamos la tendencia a algunas áreas de desempeño comunes, como son:

- Gestión y Planificación de Sistemas Productivos
- Gestión y Planificación de Sistemas Logísticos

- Gestión Financiera

También podemos evidenciar la tendencia en áreas comunes en la mayoría de los programas académicos del Programa de Ingeniería Industrial, como son:

- Mercadeo
- Diseño e Implementación de Sistemas de Aseguramiento de la Calidad
- Gestión del Recurso Humano
- Emprendimiento
- Planeación Estratégica
- Control Estadístico del Proceso
- Trabajo en Equipo

Tabla 3
Factores clave del éxito del Ingeniero Industrial

Foco del Factor	Factor
Visión Sistémica del Ingeniero	Comprender holísticamente la circunstancia, contexto de la organización y la tarea
	Percibir, entender, analizar e integrar los procesos reales frente a los ideales (diseñados).
	Diferenciar dilema vs conflicto e la resolución de problemas (recursos y personas)
	Identificar las situaciones problemáticas sistémicas dentro de los sistemas de actividad humana.
Propósito y finalidad de la carrera	Aplicar los conceptos de la Ingeniería Industrial a la problemática del mundo real.
	Gestionar el funcionamiento de los sistemas en operación (estabilizar y mejorar).
	Gestionar el cambio, evolución e innovación de sistemas (Ingeniería de sistemas empresariales)
	Enfatizar la implantación y seguimiento del mismo.

Foco del Factor	Factor
Perspectiva para atender y resolver las situaciones problemáticas	Ser flexible y enfocado a la vez.
	Añadir lo creativo, e imaginativo, superando las fronteras de la racionalidad y lógica profesional.
	Liderazgo y comunicación verbal y por escrito.
	Toma de decisiones para resolver problemas.

Liderazgo y trabajo en equipo

Tomar decisiones en una organización puede definir su futuro positivo o negativo, por tal razón, es primordial que al momento de escoger a la persona que tomará este tipo de decisiones, esta cuente con el liderazgo y la experiencia para este tipo de responsabilidad.

Para tomar una decisión, primero, debe haber varias opciones con cierto grado de complejidad cada una; lo que puede marcar la diferencia es la forma en que se decide la elección: debe estar acompañada de conocimientos adquiridos en un largo tiempo de preparación. Como técnicas para identificar la mejor opción, el resultado puede ser a corto, mediano y largo plazo, según las necesidades de la empresa y los recursos con que dispone para hacer los cambios, o mejorar que se requieran para llegar al cumplimiento de las metas trazadas (Acevedo, 2010).

La toma de decisiones debe tener en cuenta a los empleados que se verán afectados por la misma. Al principio, puede existir resistencia a los cambios, lo cual afectará el rendimiento de los trabajadores y, por lo tanto, la productividad de la empresa. El acompañamiento constante y la forma como se lleve a cabo la relación empleador-empleado pueden lograr que las condiciones mejoren y la decisión sea un éxito o fracaso (Acevedo, 2010).

Las técnicas administrativas se deben aplicar para solucionar problemas, teniendo en cuenta la orientación del líder, el nivel del problema, el criterio y las circunstancias que envuelve la problemática (Acevedo & Linares, 2012).

Tabla 4
Hitos del desarrollo de la Ingeniería Industrial.

AÑO/HITO	CONCEPTO	FOCO DE ESTUDIO	HERRAMIENTAS	AUTOR PRINCIPAL
Antecedentes y aparición de los fundamentos de la administración científica				
Fines 1800 y 1ra década de 1900	La coordinación y el control de la administración.	1° proceso: coordinación y tarea del jefe (Walking Around) y eficiencia.	Registro para el control de costos y fichas para pago de remuneraciones.	Henry Metcalfe
	Publicación de "shop Management" (1903).	Proceso: siempre existe un método mejor. Estructura: un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar. Persona: el puesto adecuado para la persona adecuada.	Administración científica del trabajo. Estudio del trabajo. Programación de producción, productividad, micro movimientos.	Frederick Taylor
Primera fase: amplio desarrollo e las bases de la administración científica.				

Endencias del Programa de Ingeniería Industrial

AÑO/HITO	CONCEPTO	FOCO DE ESTUDIO	HERRAMIENTAS	AUTOR PRINCIPAL
Años 1910 - 1920	Psicología Industrial	Proceso: análisis de operaciones de la tarea del trabajador.	Estudio de micro movimientos.	Frank Gilberth
	Línea de ensamblaje	Proceso: productividad de la producción en masa.	Grafica de línea de ensamble	Henry Ford
	Control de secuencia de actividades.	Proceso: control de secuencia y tiempos de tareas complejas	Grafica de programación de actividades.	Hnry Gantt
	Control de inventarios	Proceso: tamaño del lote económico.	Modelo del lote económico en gestión de stocks	F. W. Harris
Segunda fase: aparición del enfoque humano como opuesto y complemento de la administración científica.				
Años 1930 corresponde a esta fase	Control de calidad	Proceso: control estadístico de procesos.	Muestreo de inspección y tablas estadísticas de control.	Shewhart, Dodge y Romig
	Estudios Hawthorne	Persona: motivación del trabajador.	Estudio de condiciones el trabajo	Elton Mayo
	Estudios Newcastle (1951)	Sistemas técnicos y sistema social que interactúan.	Los equipos de trabajo afectados por la tecnología.	Trist-Instituto Tavistock
Tercera fase: desarrollo de las ciencias formales en la solución de problemas de las organizaciones				
Años 1940	Programación lineal	Estructura: las leyes de las ciencias formales aplicadas en organizaciones.	Método simplex para la solución de problemas dentro de sistemas complejos.	Grupos IO de UK y Dantzig

AÑO/HITO	CONCEPTO	FOCO DE ESTUDIO	HERRAMIENTAS	AUTOR PRINCIPAL
Años 1950-1960	Investigación de operaciones.	Estructura: aplicación de leyes de las ciencias formales en la solución de problemas organizacionales.	Simulación, teoría de colas, líneas de espera, teoría de las decisiones, programación matemática, PERT-CPM.	Investigadores académicos de usa y Europa
	Teoría general del sistema.	Cambio: las organizaciones son sistemas interdependientes jerárquicos y abiertos.	Cibernética, tecnología, teoría matemática, teoría de sistemas.	Von Bertalanffy
Cuarta fase: desarrollo de las ciencias formales en la solución de problemas de las organizaciones				
Años 1970	Computadora.	Estructura: uso de las computadoras en todos los ámbitos de las organizaciones.	Programación y control de taller, MRP, pronósticos, gestión de inventarios, gestión de proyectos.	IBM Orlicky Wight
	Organizaciones de servicios.	Proceso: producción masiva en el sector de los servicios.	Proceso administrativo en organizaciones de servicios	Fast Food, Retail, Banca

Endencias del Programa de Ingeniería Industrial

AÑO/HITO	CONCEPTO	FOCO DE ESTUDIO	HERRAMIENTAS	AUTOR PRINCIPAL
Años 1980	Estrategia de producción.	Proceso: el proceso estratégico en la creación de la competitividad.	Operaciones y la creación de ventajas competitivas.	Escuela de negocios de Harvard
	Enfoque japonés de gestión	Proceso: control total de calidad (TQC) y justo a tiempo (JIT).	Kanban, poka-jokes, filosofía de la calidad, ciclo PDCA	Tai-Ichi Ohno Deming y Juran
	Control de la manufactura..	Estructura: automatización del control de los proceso de fábrica.	CIM, FMS, CAD/CAM, robotica.	Empresas al-tec
	Manufactura sincrónica	Proceso: velocidad del proceso y troughput del sistema productivo.	Teoría de restricciones, análisis de cuello de botella.	Goldratt

AÑO/HITO	CONCEPTO	FOCO DE ESTUDIO	HERRAMIENTAS	AUTOR PRINCIPAL
Años 1990	Administración de la calidad total.	Proceso: calidad del servicio y productividad.	Premio Baldrige, ISO 9000, Ingeniería. valor, mejora continua.	ANSI, ISO
	ReIngeniería de procesos.	Rediseño radical de los procesos productivos y empresariales buscando la máxima eficiencia.	Análisis de procesos, análisis de valor, outsourcing, resizing.	Hammer
	Empresa electrónica.	Estructura: redes de transporte de comunicación de voz y datos interconectados mundialmente.	Internet, Word Wide Web.	Netscape, AOL, Microsoft
	Cadena de suministros.	Proceso: integración del flujo de información en base de datos a redes Ethernet interconectadas.	Software SAP/R3 cliente/servidor.	SAP, Oracle.
Primera década del siglo XXI	Negocios electrónicos..	Estructura: red interconectada e-negocios, e-gobierno, e-finanzas.	Internet, telecomunicaciones, broadcasting	Amazon, eBay, América online, Yahoo!

Fuente: *Adaptado de Acevedo y Linares (2012).*

La Ingeniería Industrial, como todas las profesiones, es relevante para mejorar sus procesos, sus niveles de producción, y ser eficaz en su actividad, el trabajo en equipo.

El cambio, en los últimos años en la industria, ha estimulado a trabajar más de forma grupal. Hasta hace poco, los resultados eran vistos individualmente, pero se ha comprobado que el trabajo en equipo ayuda al

complemento de las falencias que existen individualmente y conseguir los resultados esperados. La complejidad de los procesos lleva a los empresarios a trazar metas, teniendo en cuenta los objetivos comunes que lleven al crecimiento de la organización, y los equipos de trabajo empiezan a marcar la diferencia en una compañía y otra, al traer más beneficios que un simple trabajador, por muy bueno o talentoso que este sea (Kozlowski & Ilgen, 2006).

Para lograr incrementar la calidad en los diferentes procesos, debe existir colaboración de los miembros de la organización, razón por la cual el proceso de selección de personal es primordial; si los nuevos integrantes de la empresa son competentes en trabajo en equipo, este se logrará integrar más fácilmente, aportando y mejorando los indicadores de la compañía.

Ámbito Latinoamericano

Ámbito nacional

Tendencias de los perfiles de los egresados (profesional y ocupacional)

Los perfiles ocupacionales, o de desempeño, de los Ingenieros Industriales egresados de las universidades ubicadas en la Costa Caribe colombiana, teniendo en cuenta la información publicada por estas instituciones y, en especial, aquellas con acreditación de alta calidad, se pueden agrupar en las siguientes áreas: Gestión de Operaciones, Gestión de la Calidad, Gestión del Talento Humano, Salud Ocupacional, Logística y Distribución, Gestión Económica y Financiera, Gestión Administrativa y Gestión de la Tecnología.

La mayor parte de los temas citados, coinciden con las áreas de formación que se encuentran en la propuesta académica, las cuales son:

- Gestión de la Producción: En la planeación, programación y control de la producción, en el diseño y mejora de los métodos de trabajo.
- Gestión de la Calidad: En el diseño e implementación de sistemas de aseguramiento, garantía y control de calidad.
- Gestión del Talento Humano: En la administración del talento humano bajo un enfoque de competencias, el diseño de cargos,

compensación, evaluación de desempeño, relaciones laborales y normas legales.

- Logística y Distribución: En la administración de los procesos de compra de materiales, estudio de almacenes bodegas y sistemas de inventarios, distribución y transporte de mercancías hasta los clientes finales, determinando localización, tamaño y diseño de instalaciones operativas.
- Seguridad Industrial y Gestión Ambiental: En el diseño de estrategias para prevenir riesgos operativos en las actividades laborales.
- Gestión Financiera: En el diseño y evaluación de proyectos de inversión. Elaboración de presupuestos, análisis de alternativas de inversión e indicadores financieros.

Rankings internacionales y nacionales

Rankings internacionales de las universidades en el área ciencia, tecnología e ingeniería

Universidades más importantes de Ingeniería Industrial, según el índice de Shanghái. *La publicación de 2016 realizada por la Academic Ranking of World Universities (ARWU)*, comúnmente conocida como el ranking de Shanghái, muestra los índices de las universidades más destacadas del mundo en carreras de Ingeniería. El ranking incluye la clasificación de las universidades más destacadas del mundo en los programas de Ingeniería Química, Ciencias de la Energía, Ingeniería Civil, Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Electrónica, Ingeniería en Ciencias Ambientales, Ingeniería Mecánica, Ingeniería Industrial e Ingeniería de Materiales. Con relación a las universidades latinoamericanas y colombianas, se resaltan la Universidad Federal de Minas Gerais y la Universidad Federal de Rio de Janeiro. Por otro lado, la primera universidad latinoamericana en la categoría de Ingeniería de Materiales fue la Universidad de Sao Paulo, en el grupo (301 - 400), seguido de la Universidad Federal de Rio de Janeiro. Para el caso de las universidades colombianas, la Universidad de Antioquia, figura como la primera universidad de Colombia, en el grupo de 401-600 puntos.

Por su parte, la metodología del ranking contempla un total de ocho indicadores, a saber: productividad de la investigación, resultados de investigación de alta calidad, resultados de alta calidad producidos, impacto de la investigación, colaboración internacional de investigación, cooperación con el sector industrial, investigadores de nombre internacional y reconocimientos de investigación. El indicador en el que más sobresale la Universidad de Antioquia es Cooperación con el Sector Industrial, el cual refleja el número de publicaciones hechas por la Universidad en coautoría con el sector industrial.

Es importante resaltar cómo en el índice Shanghai Global Ranking of Academic Subjects 2016, solo aparecen universidades de dos países latinoamericanos: Colombia y Brasil. Esto confirma, una vez más, la tendencia de las universidades colombianas a ser protagonistas en la escena internacional.

Las diez (10) primeras universidades clasificadas de acuerdo con el ranking de Shanghai, son las siguientes:

Tabla 5
Relación de las principales 10 universidades según el ranking de Shanghai

Posición	Universidad	País
1	Massachusetts Institute of Technology (MIT)	EE.UU.
2	Stanford University	EE.UU.
3	University of California, Berkeley	EE.UU.
4	University of Cambridge	Reino Unido
4	Northwestern University	EE.UU.
6	Harvard University	EE.UU.
7	The University of Texas at Austin	EE.UU.
8	University of Illinois at Urbana-Champaign.	EE.UU.
9	Georgia Institute of Technology	EE.UU.
10	Nanyang Technological University	Singapur
301-400	University of Sao Paulo	Brasil
401-600	Federal University of Minas Gerais	Brasil
401-600	Federal University of Rio de Janeiro	Brasil
401-600	University of Antioquia	Colombia

Tomado de Rankings de Shanghai 2017.

La ARWU (Ranking Académico de las Universidades del Mundo), preparó su primera clasificación y calificación en el año 2003 y su publicación fue realizada por el CWCU (Center for World-Class Universities), denominado también como centro de las universidades de clase mundial de la Escuela Superior de Educación (considerada anteriormente como un Instituto de Educación Superior) de la Universidad Jiao Tong de Shanghái de China. Esta clasificación, se actualiza con periodicidad anual. Para clasificar a 1.200 universidades y calificar a las 500 mejores universidades del mundo, emplea seis indicadores. Estos indicadores son:

Tabla 6
Indicadores Academic Ranking of World Universities (ARWU).

Ind.	Descripción	Abrev	Peso
1	Número de Alumnos que han ganado Premio Nobel y Medallas Fields	Alumni	10%
2	Número de Profesores que han ganado Premio Nobel y Medallas Fields	Award	20%
3	Número de Investigadores altamente citados	HiCi	20%
4	El número de artículos publicados en Nature y Science	PUB	20%
5	Número de artículos indexados en Science Citación Index-Expanded (SCIE) y Social(SSCI)	TOP	20%
6	Rendimiento per cápita respecto al tamaño de una institución	FUND	10%

Definición de indicadores para clasificación

Alumni: Este indicador está basado en el número total de alumnos egresados y que pertenecen a una institución determinada. Además, han logrado obtener Premios Nobel en las áreas de Física, Química, Fisiología o Medicina, Economía y medallas tipo Fields en el área de las Matemáticas. Se concibe como alumno egresado, a aquellos que han logrado obtener el título de Licenciado, Máster o Doctorado en una institución.

Award: Este indicador se basa en el número total de profesores que pertenecen a una institución determinada, y que han logrado obtener Premios Nobel en las áreas de Física, Química, Fisiología o Medicina, Economía y medallas tipo Fields en el área de las Matemáticas.

HiCi: Este indicador se basa en el número total de investigadores que hacen parte de una institución determinada y que han sido ampliamente citados en alguna de las 21 áreas (materias) que han sido seleccionadas según las dos listas publicadas por Thomson Reuters. En este protocolo se establece que, si un investigador se asocia a más de una materia, la valoración obtenida en cada materia deberá ser proporcional al número total de materias en las que está incluido. Lo anterior obedece, a que un programa puede tener grandes áreas del conocimiento. A modo de ejemplo, se presenta las profesiones de Psicología o Psiquiatría, y para los cuales se incluyen grandes áreas del conocimiento entre ellas las Ciencias Sociales, la Medicina, las Ciencias de la Vida, etc.

PUB: Este indicador, se basa en el número de títulos o documentos que se encuentran indexados en el “Science Citation Index - Expanded y Social Science Citation Index” de los últimos dos años. Particularmente para este indicador se tienen en cuenta solamente los trabajos de investigación relacionados exclusivamente con artículos, y sin contra-revisiones.

Ahora bien, según la ARWU, existen también áreas para determinar el ranking en cada una de las universidades, dependiendo del área o disciplina que cada universidad tenga establecida. En ese sentido, se han establecido cinco áreas básicas.

Áreas del ranking, sub áreas y siglas empleadas

En su gran clasificación la ARWU, establece cinco (5) grandes áreas, las cuales recogen de manera general las diferentes áreas del conocimiento. Estas se definen en la siguiente tabla:

Tabla 7
Clasificación de las áreas del conocimiento según ARWU

N°	CLASIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN	ÁREAS
1	SCI	Matemáticas y Ciencias Naturales	Se incluye el área de Matemáticas, Física, Química, Meteorología, Geología, Astronomía y otras ciencias.
2	ENG	Ingeniería/ Tecnología y Ciencias de la Computación	En esta clasificación se incluye: Ingeniería Mecánica, Eléctrica, Electrónica, Civil, Química, Ciencias de los Materiales, la Informática, la Ingeniería de Procesos, y otras áreas de la Ingeniería.
3	LIFE	Ciencias de la Vida y Agricultura	En esta clasificación se incluyen las áreas de Biología, Biomédica, Agronomía, Ciencias Ambientales.
4	MED	Medicina Clínica y Farmacia	En esta clasificación se incluyen las áreas de Medicina Clínica, Odontología, Enfermería, Salud Pública, Biología, Ciencias Veterinarias, Farmacología, etc.
5	SOC	Ciencias Sociales	En esta clasificación se incluyen las áreas de Economía, Sociología, Ciencias Políticas, Derecho, Educación, Administración y otras áreas.

Clasificación por región de las 500 universidades según el ranking de Shanghái

Según los indicadores de la Academic Ranking of World Universities (ARWU) y los pesos asignados a cada categoría, se clasificaron a nivel mundial por regiones, por país y por las mejores 500 universidades. Por región, se puede observar el número de universidades que se encuentran en este ranking:

Tabla 8
Ranking por Región

Región	Top 500
América	164
Europa	198
Asia/Oceanía	132
Áfricas	6

En la siguiente gráfica, se puede apreciar que Europa, con el 40%, mantiene el mayor número de universidades ubicadas entre las primeras 500 universidades en el mundo, según el Ranking Internacional, seguido de América, con 164 universidades, equivalente a un 33%.

Ahora bien, según el mismo ranking de Shanghái, en la tabla xxx, se relacionan las 10 universidades con el puntaje más alto según el criterio HiCI (Total de Investigadores de la institución y que han sido ampliamente citados), el país al cual pertenece y el ranking en el país respectivo.

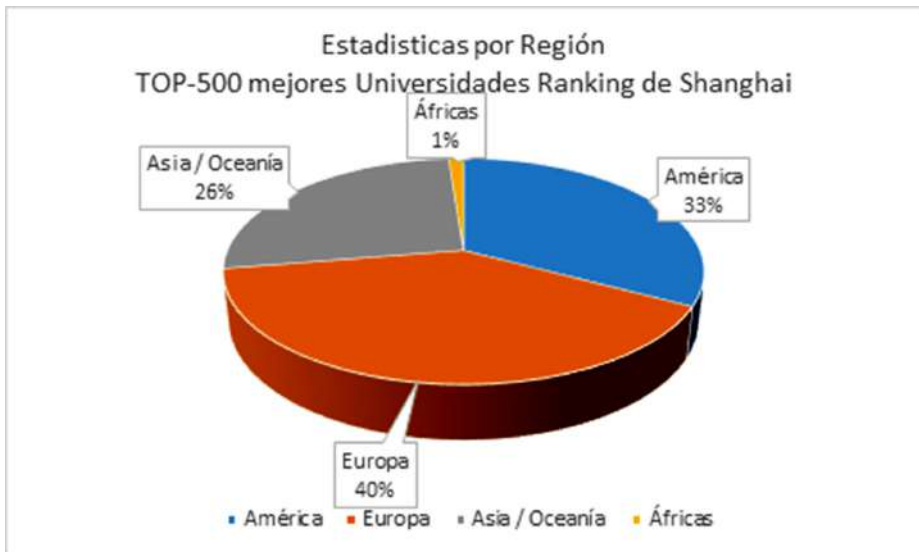


Figura 2. Top 500 mejores universidades Ranking de Shanghái.

Como se aprecia, la universidad con el puntaje total y la clasificación HiCi más alta, es la Universidad de Harvard de los EEUU, seguida de la Universidad de Stanford (EEUU) y la Universidad de Cambridge, respectivamente, pero, según el puntaje total, para el caso de las citas de artículos, observamos como la Universidad de Cambridge, obtiene el segundo lugar con 81,4 en el puntaje HiCi.

Tabla 9
Ranking por Universidad y por país

Rankin Mundial	Universidad	País	Ranking en el País	Total Puntaje	Puntaje en HiCi
1	Harvard University	EEUU	1	100.0	100.0
2	Stanford University	EEUU	2	76.5	44.5
3	University of Cambridge	INGLATE- RRA	1	70.9	81.4
4	Massachusetts Institute of Technology (MIT)	EEUU	3	70.4	68.7
5	University of California, Berkeley	EEUU	4	69.1	64.4
6	Princeton University	EEUU	5	61.1	54.4
7	University of Oxford	INGLATE- RRA	2	60.1	50.8
8	Columbia University	EEUU	6	58.8	62.8
9	California Institute of Technology	EEUU	7	57.3	50.5
10	University of Chicago	EEUU	8	53.9	59.2

La calificación máxima se efectúa sobre 100 puntos y, a partir de ese puntaje, se clasifican las otras instituciones. La Universidad de Harvard, en EE.UU., está catalogada según el Ranking de Shanghái, como la mejor universidad en el mundo con un puntaje de 100, en el indicador de HiCi (Número Total de Investigadores). De las 10 mejores universidades, según este ranking, EE.UU. tiene ubicadas 8 de las 10 universidades en las Top a nivel Mundial.

En la siguiente gráfica se muestran las 100 universidades por país, basados en el Ranking ENG (Ingeniería/Tecnología y Ciencias de la Computación) más alto para todos los criterios, Calidad en la Educación, Calidad de la Facultad, Resultados de Investigación y Rendimiento per cápita. Como se observa, EEUU lidera el Ranking de Shanghái, con 38 Universidades dentro de las 100 universidades con el índice más alto. Seguido de China, con 20 Universidades, y Reino Unido, con 7 Universidades. En el bloque de otras universidades, se encuentran Bélgica, Francia, Irán, Italia, y Países Bajos con una (1) universidad respectivamente.

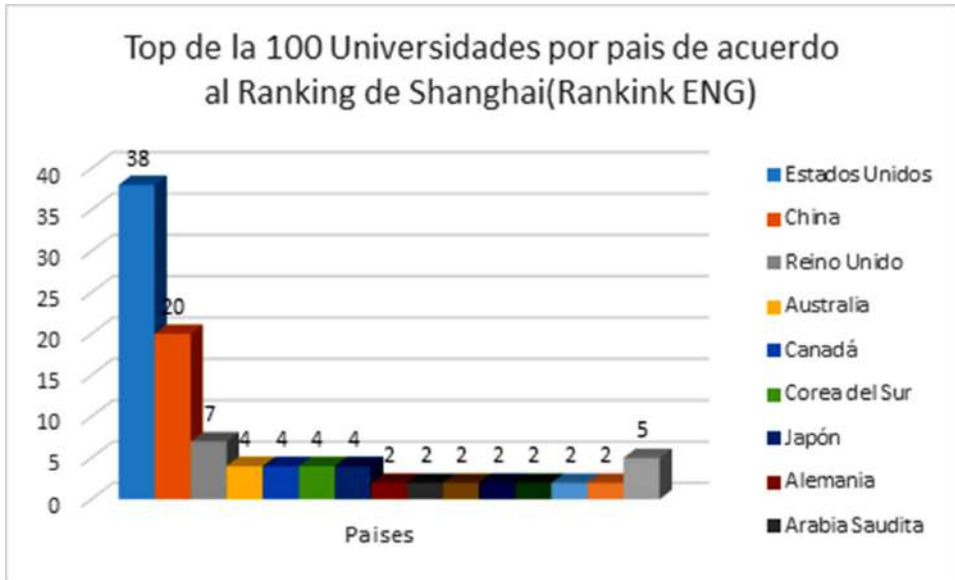


Figura 3. Universidades por país, Ranking de Shanghái

Rankings latinoamericanos de universidades ubicadas en el área de ciencia, tecnología e ingeniería

Para América Latina —y de acuerdo con el ranking en Ciencia Tecnología e Ingeniería—, según el Times Higher Educación-2017, la Universidad de Campinas, Brasil, se posiciona como la principal universidad de América Latina y en el rango de 401-500 del ranking mundial. En ese sentido, para el 2017, la Universidad de Campinas, Brasil, se posiciona por encima de la Universidad de Sao Paulo, ubicándose en el segundo lugar para América Latina, también por The Latín América University Ranking 2017, debido al alto desempeño e influencia en la Investigación y citación de artículos, además de los ingresos de la industria. Los resultados alcanzados por la Universidad de Campinas es producto de los esfuerzos realizados por la institución en su estrategia investigativa y la transferencia de conocimiento al sector de la industria, durante los últimos 15 años.

Para el caso de Colombia, logra una universidad en el Top de las diez y cinco universidades en el TOP de las 50, de cuatro universidades del año anterior. Ver Tabla 10.

Tabla 10
Top de las diez universidades de América Latina.

Latín América Rank 2017	Latín América Rank 2016	World Rank 2016-17	University	Country
1	2	401–500	State University of Campinas	Brasil
2	1	251–300	University of São Paulo	Brasil
3	3	401–500	Pontifical Catholic University of Chile	Chile
4	4	501–600	University of Chile	Chile
5	10	501–600	University of the Andes	Colombia

6	8	501–600	Monterrey Institute of Technology and Higher Education	Mexico
7	Not ranked	601–800	Federal University of São Paulo (UNIFESP)	Brasil
8	5	601–800	Federal University of Rio de Janeiro	Brasil
9	6	601–800	Pontifical Catholic University of Rio de Janeiro (PUC-Rio)	Brasil
10	9	501–600	National Autonomous University of Mexico	Mexico

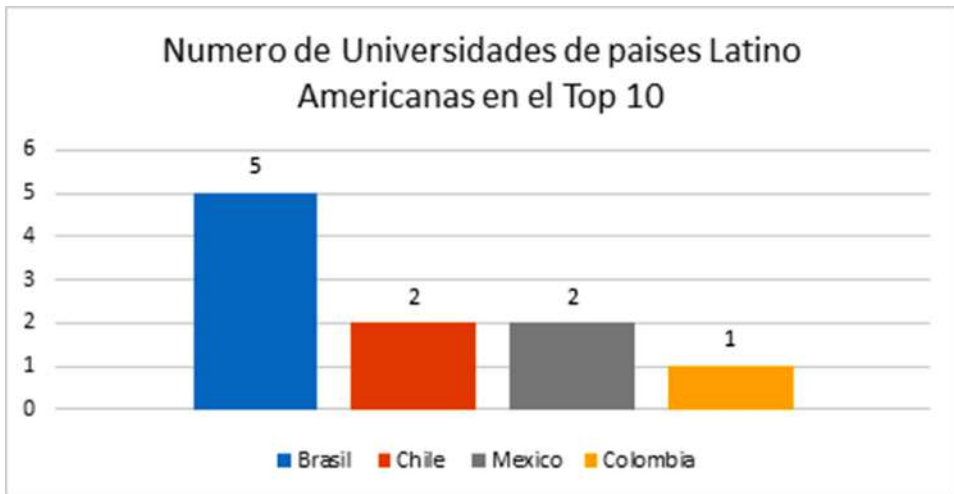


Figura 4. Top de Universidades de Latino América.

Asimismo, Brasil se posiciona en América Latina, dominando el Ranking con 32 de las 81 Universidades y solo 18 de ellas se ubican en el top 50, por debajo de los 23 del año pasado. En general, 20 universidades brasileñas han perdido posiciones. Sin embargo, en el año 2017, algunos países de América Latina han mejorado en el ranking regional, como es el caso de Chile. Para el caso de Chile, logra 15 universidades en el top 50, para el año 2017, frente a 11 universidades ubicadas en el TOP de las 50 para el año anterior en el Ranking Latinoamericano.

Tabla 11
Numero de Universidades por país según el ranking 2017.

COUNTRY	NUMBER OF UNIVERSITIES
Brazil	18
Chile	15
Colombia	5
Mexico	6
Argentina	2
Venezuela	2
Costa Rica	1
Ecuador	1
TOTAL	50

En el caso de Argentina, aparece por primera vez con dos universidades en el TOP de las 50, frente a cero universidades posicionadas el año anterior (2017), al igual que Venezuela que también registra dos universidades en el top de las primeras 50 universidades de Latino América.

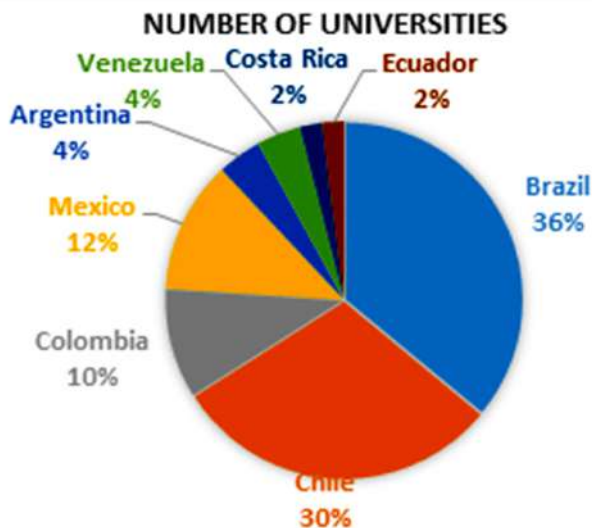


Figura 5. *Porcentaje por país de 50 universidades en el TOP de Latino América.*

Estos tres países —Brasil, Chile y Colombia— fueron recientemente identificadas por el Times Higher Education-2017, como parte de un grupo de naciones que tenían más probabilidades de convertirse en futuras

estrellas de la educación superior. Además, Argentina, Chile y Colombia participaron en el nuevo grupo denominado “TACTICS (Grupo Estrella de la Educación Superior)”, basado en una investigación realizada en asociación con el Centro de Educación Superior Global del Instituto de Educación de UCL. El estudio reveló que Argentina y Chile tiene tasas de matriculados del 80 % y 87 %, respectivamente, y un alto nivel de calidad, mientras que la publicación en Colombia ha crecido el 49%.

De lo anterior se resume, y según comentarios y directivos de las universidades chilenas, que:

Los gobiernos de la región deben proporcionar “grandes inversiones en proyectos de investigación de alta calidad” en humanidades y ciencias sociales, así como en las “ciencias duras”; promover la colaboración entre los académicos de las universidades de la región y desarrollar mecanismos para “transferir conocimiento a las comunidades, a fin de conectar las comunidades locales con universidades y centros de investigación.

Revistas iberoamericanas y latinoamericanas indexadas, para publicación en el área de la Ingeniería Industrial y la Gestión Industrial: en la siguiente tabla se muestran revistas de habla hispana actualmente vigentes, con el respectivo ISNN, dirección y país de origen. Entre ellas, se relacionan revistas de Brasil, España, Argentina, Perú, Venezuela, Cuba, Colombia y Chile.

Tabla 12
World Rank de la 10 primeras Universidades de América Latina

Latín América Rank 2017	Latín América Rank 2016	World Rank 2016-17	University	Country
1	2	401–500	State University of Campinas	Brasil
2	1	251–300	University of São Paulo	Brasil
3	3	401–500	Pontifical Catholic University of Chile	Chile
4	4	501–600	University of Chile	Chile
5	10	501–600	University of the Andes	Colombia

Latín América Rank 2017	Latín América Rank 2016	World Rank 2016-17	University	Country
6	8	501–600	Monterrey Institute of Technology and Higher Education	Mexico
7	Not ranked	601–800	Federal University of São Paulo (UNIFESP)	Brasil
8	5	601–800	Federal University of Rio de Janeiro	Brasil
9	6	601–800	Pontifical Catholic University of Rio de Janeiro (PUC-Rio)	Brasil
10	9	501–600	National Autonomous University of Mexico	México

Ranking de universidades nacionales en la categoría de ingeniería ciencia y tecnología

Para el caso de Colombia, a nivel de Latinoamérica, en el año 2017 se logran ubicar cinco universidades, que representan el 10%, entre las primeras 50 universidades de este ranking. Entre ellas, la Universidad de los Andes con el OVERALL SCORE más alto del país, con un puntaje de 77,7, y en el Ranking Internacional 501-600. Le sigue la Universidad de Antioquia con un SCORE total de 60,9. En la siguiente tabla se relaciona el orden y SCORE alcanzado por las primeras cinco universidades de Colombia en el ranking de Latinoamérica. Este ranking se caracteriza por cuatro factores, entre los que se identifican Investigación y citas de autores.

Tabla 13
Overall Score de Universidades Nacionales en el Ranking mundial

POSITION IN WORD	INSTITUCIÓN	TEACHING	RESEARCH	CITATIONS	INDUSTRY INCOME	OVERALL SCORE
501-600	University of the Andes Colombia	68.4	79.4	92.9	54.4	77.7
601-800	University of Antioquia	59.0	79.2	47.3	51.6	60.9
NR	National University of Colombia	65.1	78.5	22.0	35.2	59.1
501-600	Pontifical Javeriana University	44.6	44.2	97.8	36.8	55.63
NR	Del Rosario University	46.0	34.5	58.9	35.1	46.7-49.5

De acuerdo con los cuatro factores empleados para determinar la posición de las universidades ubicadas en el Ranking, nacional e internacional. Se puede apreciar, además, que la Universidad de los Andes —y conforme a la clasificación en la categoría de Ingeniería, Ciencia y Tecnología— lidera tres de los cuatros factores: Docencia y Academia con 68,4 puntos; el factor de Investigación con un puntaje de 79,4 puntos y Relaciones con la Industria con 54,4 puntos. En ese mismo orden, le sigue la Universidad de Antioquia, liderando dos de los cuatro procesos sobre las demás universidades. Se destaca, además, que la Universidad Javeriana lidera el proceso de citación de sus artículos productos de la investigación con 97,8 puntos en la categoría de Ingeniería, Ciencia y Tecnología.

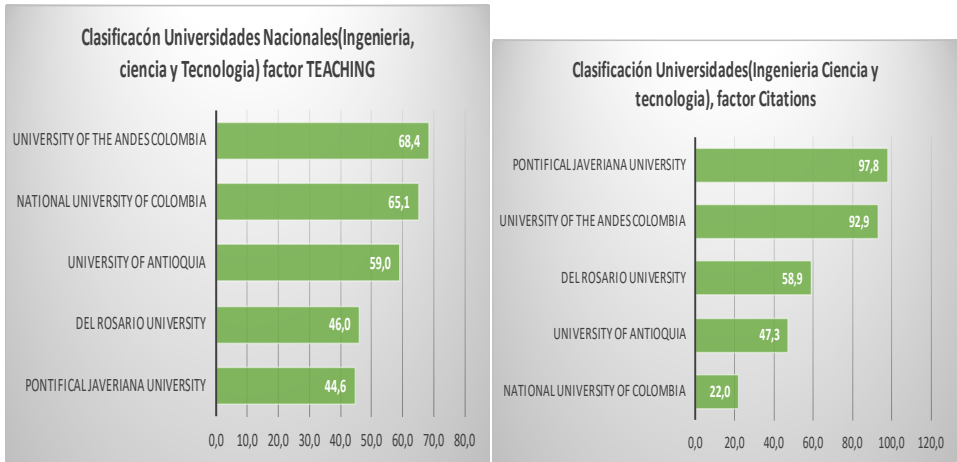


Figura 6. Clasificación de universidades nacionales, según factores.

Asociaciones de ingeniería industrial e ingeniería

Tabla 14
Asociaciones de Ingeniería Industrial

Nombre	Sigla	País	Contacto
Instituto de Ingenieros Industriales y de Sistemas	IIE	Georgina	www.iise.org
Asociación Colombiana de Ingenieros Industriales	ACII	Colombia	contactoacii@gmail.com
			http://www.aciicolombia.org
Asociación Latinoamericana de Estudiantes e Ingenieros Industriales	ALEIIAF	República Dominicana	rep.dominicana@aleiiaf.org.
Federación de Asociaciones de Ingenieros Industriales de España	FAIIE	España	faiie@iies.es

Bases de datos de ingeniería, comportamiento y tendencia de revistas y artículos

Bases de datos a nivel internacional

Una base de datos científica es considerada como un repositorio, o almacén de búsqueda inteligente y de operación dinámica, que puede albergar, miles o millones de títulos, relacionados con artículos de investigación de carácter científico y referencias que son indexadas mediante un algoritmo de búsqueda. Este permite a cualquier investigador, con un manejo previo de la plataforma, explorar el conocimiento existente acerca del problema que es materia de investigación. A nivel internacional podemos identificar una gran variedad de base de datos de carácter científico en el área de Ingeniería. Entre estas bases de datos se cuenta con publicaciones indexadas, donde se puede encontrar *papers*, artículos largos y cortos, capítulos de libros referenciados que integran la mayor parte del conocimiento humano actualizado. En el área de Ingeniería —y en particular en Ingeniería Industrial— se tiene las siguientes bases de datos con las referencias y publicaciones a nivel internacional y nacional.

Tabla 15
Principales Bases de Datos en el área de la Ingeniería

BASE DE DATOS	DESCRIPCIÓN	DIRECCION
IEEE	Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos	http://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp
SCIELO	Programa Scielo	http://www.scielo.org/php/index.php
SCIENCE DIRECT	Elsevier de literatura académica revisada por pares	http://www.sciencedirect.com/
SCOPUS	Base de Datos	http://www.scopus.com/home.url
ASME	Base de Datos	http://asmedigitalcollection.asme.org/
DIALNET	Base de Datos	http://dialnet.unirioja.es/
SPRINGER MATERIALS	Base de Datos	http://www.springermaterials.com/docs/index.html
LATINDEX	Base de Datos	http://www.latindex.unam.mx/

Paralelamente las bases de datos específicas, y con temas y áreas relacionadas con la Ingeniería Industrial, podemos encontrar las siguientes bases de datos.

Tabla 16
Principales bases de datos que guardan relación con el área de la Ingeniería Industrial

BASE DE DATOS	DESCRIPCIÓN	DIRECCION
IIE	Institute of Industrial Engineers	http://www.iienet2.org/Details.aspx?id=1486
EBSCO	Base de datos	http://search.ebscohost.com/

Ahora bien, según análisis realizado en la base de datos de SCOPUS, para las áreas y sub-áreas profesionales de la Ingeniería Industrial — entre ellas: área de Calidad y Sistemas Integrados, Producción, Logística y Distribución de Planta—, se pueden resaltar las principales revistas, autores, artículos de investigación, entre otros.

Clasificación por áreas

Metodologías e ingeniería organizacional

Tal como se aprecia en la figura 7, el número de documento por año, para el área de Ingeniería de Métodos y Organización, mantiene un comportamiento uniforme a partir del año 2008 hasta el 2017, con publicaciones comprendidas entre 254 y 282 documentos por año.

Tabla 17
Numero de publicaciones por año

Año	Documentos
2008	277
2009	261
2010	278
2011	266
2012	282
2013	265
2014	277
2015	274
2016	254
2017	273



Figura 7. *Numero de publicaciones por año.*

Para el caso de publicaciones en revistas en el área de la Ingeniería Ciencia y Tecnología, y la Sub-Área de Metodologías e Ingeniería Organizacional, en la siguiente tabla se pueden apreciar los nombres de las principales revistas con el numero de publicaciones para cada una de ellas, tambien comprendido entre el año 2008 y el año 2017.

Tabla 18
Publicaciones por revista (Scopus)

Source	Documents
Lecture Notes in Computer Science Including Subseries Lecture	88
Communications in Computer and Information Science	45
Lecture Notes in Business Information Processing	44
Journal of Manufacturing Technology Management	36
Advances in Intelligent Systems and Computing	35
Tissue Engineering Part A	35
Ceur Workshop Proceedings	33
Procedia Computer Science	23

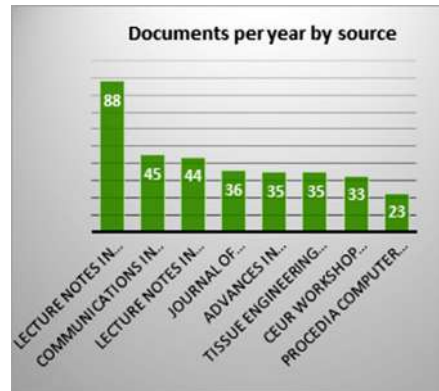


Figura 8. *Comparativo por fuente (Scopus).*

Para el caso de los autores de los respectivos títulos, en la Tabla 17 se muestran también los principales investigadores con el mayor número de publicaciones en el área de Ingeniería, Ciencia y Tecnología y la Sub-Área de Metodologías e Ingeniería Organizacional.

Tabla 19

Publicaciones por autor(Scopus).

Author	Documents
Ahmed, F.	6
Caballero, I.	7
Lindemann, U.	7
Tribolet, J.	7
Vinodh, S.	7
Da Silva, M.M.	8
Escalona, M.J.	8
Mendes, C.	9
DeLoach, S.A.	9
Aveiro, D.	10
Piattini, M.	14

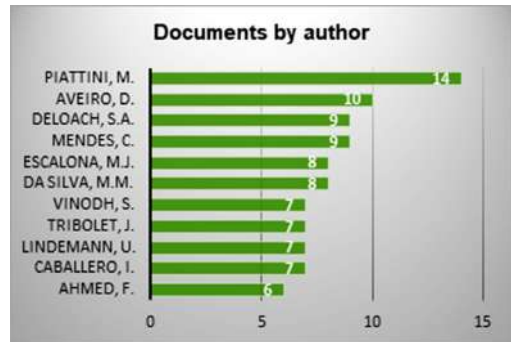


Figura 9. *Comparativo por autor(Scopus).*

Según la misma base de datos de Scopus, en la Tabla 20, se puede observar a las universidades con el mayor número de publicaciones o títulos. En ese orden, la universidad con más publicaciones en esta área de la Ingeniería, Ciencia y Tecnología y sub-área de Metodología e Ingeniería Organizacional, es la Universidad de Minho, en Braga Portugal, con 26 títulos o publicaciones.

Tabla 20
Documentos publicados por universidades

Affiliation	Documents
Loughborough University	15
Universitat Politècnica de Catalunya	16
Politecnico di Milano	16
Universidad Politecnica de Madrid	16
Universidade de Lisboa	18
University of New South Wales UNSW Australia	19
Massachusetts Institute of Technology	20
Delft University of Technology	21
Instituto Superior Tecnico	23
Universidad de Castilla-La Mancha	25
Universidade do Minho	26

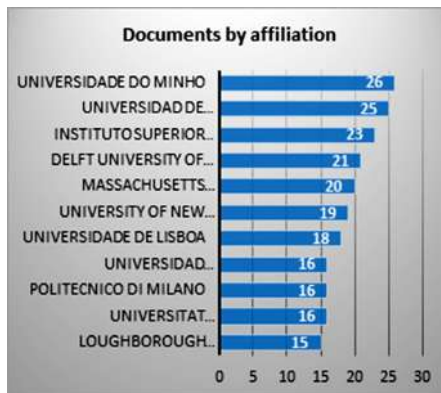


Figura 10. Comparativo por Universidad(Scopus)

En cuanto a la región o los tres países con mayor número de publicaciones, se destaca EEUU, con 621 publicaciones, seguido del Reino Unido, con 223, y España con 123 publicaciones.

Por otro lado, y según el tipo de documento publicado, los “*conference paper*” representan el 58% del total de publicaciones, entre artículos, capítulos de libro artículos cortos, artículos completos, conferencias, y libros. Le siguen artículos de libro con un porcentaje del 34% entre todas las publicaciones que se encuentran en esta área. En la gráfica siguiente se muestra la clasificación y porcentaje, dependiendo del tipo de publicaciones.

Tabla 21
Cantidad de publicaciones por tipo de documento (Scopus)

Document Type	Documents
Conference Paper	1598
Article	954
Review	68
Book Chapter	49
Conference Review	38
Book	23
Article in Press	21
Short Survey	12
Editorial	7
Note	7
Total	2777

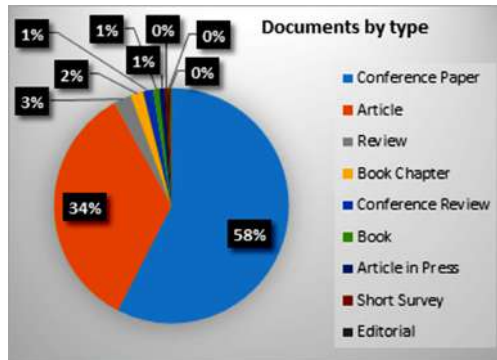


Figura 11. *Comparativo por publicación (Scopus).*

El comportamiento por las 23 áreas temáticas, según la clasificación dada por Scopus, se pueden apreciar en la Figura 12. Asimismo el área de Ingeniería, Ciencia y Tecnología, presenta el mayor número de documentos publicados con 1707 títulos en el periodo comprendido entre 2008 y 2017, seguido del área de Ciencias de la Computación, con 1591 documentos.

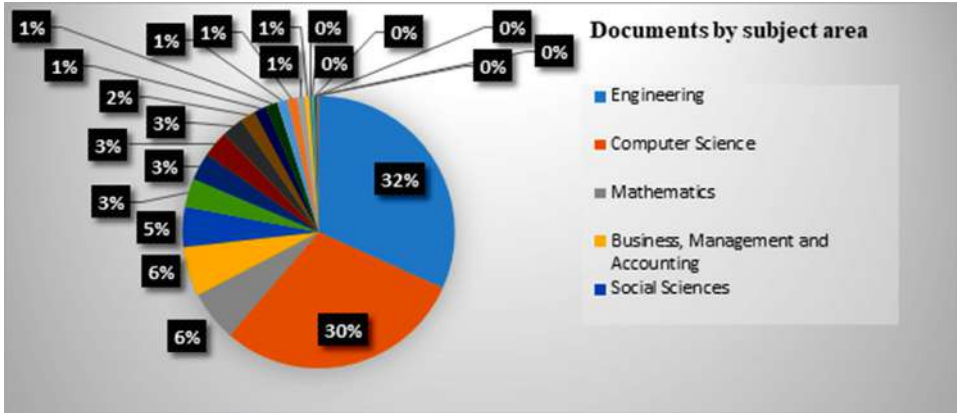


Figura 12. Comparativo por Área(Scopus).

Área de manufactura y planificación de sistemas productivos

Para esta área se han considerado los sistemas de planificación de la producción, o sistemas de manufactura. Para simplificar la búsqueda en SCOPUS, esta se ha delimitado filtrando solo documentos de Ingeniería y considerando solo las palabras claves de “Manufacturing or Production and Planning”.

Los resultados de la búsqueda, desde el año 1925, arrojo 17708 documentos. Con la información delimitada solo a partir del 2008, la base de datos SCOPUS arrojo 5620 títulos hasta el año 2017.

Tabla 22

Documentos por año área de producción

Year	Documents
2017	659
2016	591
2015	496
2014	737
2013	694
2012	615
2011	471
2010	506
2009	377
2008	474
Total	5620

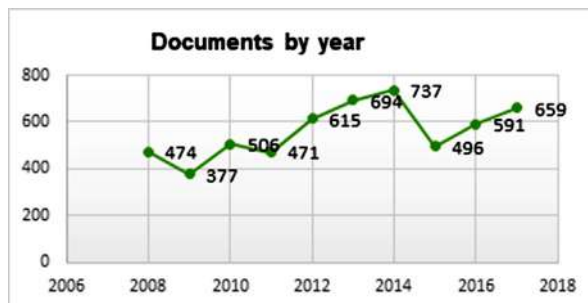


Figura 13. Comparación de publicaciones por año en el área de producción

Tal como se aprecia en la Figura 13, el número de documento por año, para el área de Ingeniería y sub-área de “Manufactura y Planificación de sistemas Productivos”, ha mantenido una tendencia positiva hasta el año 2014, con un considerable decremento en la producción de documentos para el año 2015, y, a partir de este año, observamos nuevamente una tendencia positiva hasta el año 2017.

Observamos cómo la fuente (revista) Advanced Materials Research, registra el mayor número de títulos o documentos, con 481 publicaciones hasta el 2017, en el área de la Ingeniería y con la información filtrada, también para los temas de Manufactura y Planificación de los Sistemas Productivos.

Tabla 23

Cantidad de publicaciones por tipo de fuente

Source	Documents
Advanced Materials Research	481
Procedia CIRP	352
Applied Mechanics and Materials	264
IFAC Proceedings Volumes IFAC Papers on line	170
IFIP Advances in Information and Communication Technology	168
Iop Conference Series Materials Science and Engineering	138
Procedia Engineering	124
IFAC Papersonline	108

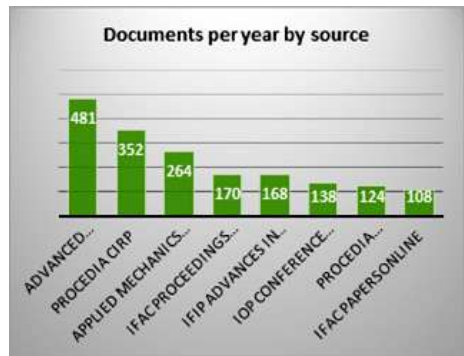


Figura 14. *Comparativo por Fuente (Scopus).*

En la Tabla 24 se muestran también los principales investigadores, con el mayor número de publicaciones en el área de Ingeniería, Ciencia y Tecnología y la Sub-Área de Metodologías e Ingeniería Organizacional.

Paralelamente, en la misma base de datos de Scopus, y según la información filtrada para las universidades con más títulos, o documentos publicados, en la Tabla 25, se muestran las universidades con el indicador más alto en publicaciones.

Tabla 24
Cantidad de publicaciones por autor

Author	Documents
Frank, J.	15
Wall, R.	15
Koskela, L.	16
Hamzeh, F.	17
Denkena, B.	19
Nyhuis, P.	19
Bauernhansl, T.	20
Schuh, G.	23
Lanza, G.	35
Reinhart, G.	60

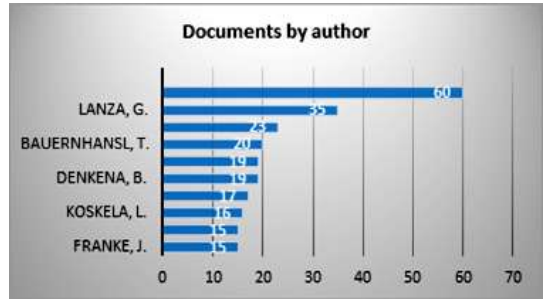


Figura 15. *Comparativo por Autor (Scopus).*

En ese orden, la universidad con más publicaciones en esta área de la Ingeniería, Ciencia y Tecnología, y luego de filtrar la información, es la Universidad Rheinisch en Alemania, con 102 títulos. Le sigue la Universidad Technical de Munich, también de Alemania, con 63 títulos.

Tabla 25
Cantidad de publicaciones por universidad

Affiliation	Documents
University of Tehran	37
University of California, Berkeley	37
Northeastern University China	39
Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Universitet	41
Ministry of Education China	45
Gottfried Wilhelm Leibniz Universitat	45
Karlsruhe Institute of Technology	48

Affiliation	Documents
Universität Stuttgart	49
Technical University of Munich	63
Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen	102

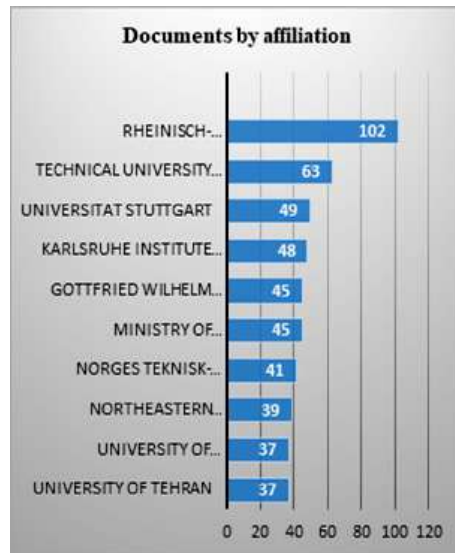


Figura 16. Comparativo por Universidad (Scopus).

En cuanto a región, o los tres países con mayor número de publicaciones, se destaca a la China, con 1128 publicaciones en total en esta área (Manufactura y Planificación de Sistemas Productivos), seguido de Alemania con 838 y EEUU con 614 publicaciones.

Para ilustrar mejor la relación de las diferentes formas de publicación de documentos, además, teniendo en cuenta el área de las Ingenierías y la sub-área de Producción, y filtrado según las palabras “Manufacturing or Production and Planning”, en la base de datos SCOPUS, se puede resaltar los títulos o “Conference Papers”, equivalente al 55% de todas las publicaciones. En ese mismo orden, le siguen los artículos con 38%, equivalente a 2184 títulos, de un total de 5713 documentos. Se resalta que en las dos áreas anteriores, los documentos con menos publicaciones, se encuentran los “libros completos”. Para esta área, los libros representan

menos del 1%. En la gráfica siguiente se puede apreciar la clasificación, con sus respectivos porcentajes, dependiendo del tipo de publicaciones.

Tabla 26
Cantidad de publicaciones por tipo de documento

Document Type	Documents
Conference Paper	3125
Article	2184
Conference Review	123
Book Chapter	105
Review	81
Article in Press	35
Short Survey	35
Book	25

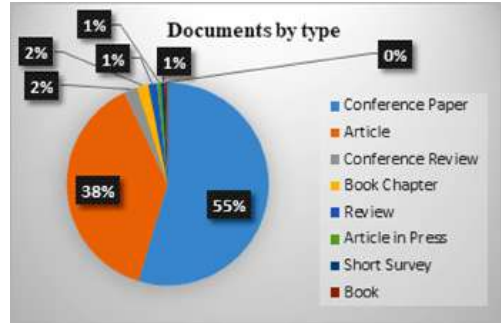


Figura 17. *Comparativo por tipo de publicación (Scopus).*

Por simplicidad en el manejo de la información, cabe anotar que las áreas resultantes, luego de filtrar títulos que no hacen parte del área de la Ingeniería, los temas con más afinidad o similitud con la Ingeniería Industrial son: 1. Ingeniería. 2. Ciencia de los Materiales y 3. Decision Science. En la figura 17, se puede apreciar los porcentajes por área, según la base de datos de Scopus. Asimismo, el área de Ingeniería, Ciencia y Tecnología, presenta el mayor número de documentos publicados con 5186 documentos, en el periodo comprendido entre 2008 y 2017, seguido del área de Ciencias de los Materiales, con 550 publicaciones.

Logística y Cadenas de Suministro

Para esta área, se han considerado los temas relacionados con las Cadenas de Suministro y la Logística. Esto incluye las áreas de Ingeniería, los Sistemas Logísticos en la Medicina, en la Ciencia de la Computación, la Gerencia y Negocios, y las Ciencias Sociales.

Similar a las otras búsquedas, y con el objetivo de limitar la información en la base de datos Scopus, se han filtrado solo documentos que tienen en cuenta las palabras claves “Supply and Chain or Logistics”.

Los resultados de la búsqueda, desde el año 1895, hasta el 2018, arrojó 446.747 documentos relacionados con las palabras de Supply, Chain y Logistics, para los temas de Medicina, Ingeniería, Ciencias de la Computación, Gerencia y Negocios, y Ciencias Sociales.

Ahora bien, el número de artículos, luego de filtrar la información a partir del 2008 hasta el 2017, arrojó 297.483 títulos, entre los que se encuentran los documentos relacionados con el área de la Ingeniería y otras áreas. En la Figura 18 se puede apreciar la tendencia y el número de documentos publicados por año, a partir del 2008 hasta el 2017.

Tabla 27
Cantidad de publicaciones por cada año

Year	Documents
2017	43468
2016	41154
2015	38348
2014	37239
2013	35196
2012	32060
2011	29290
2010	27759
2009	24079
2008	22584
Total	331177

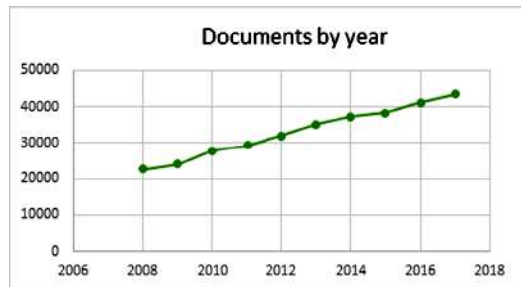


Figura 18. *Comparativo publicaciones por año(Scopus)*

Tal como se puede observar también en la Figura 18, el número de documento por año, para el área de Ingeniería y otras áreas que guardan relación con las cadenas de Suministros y los Sistemas Logísticos, sub-área de “Manufactura y Planificación de Sistemas Productivos” ha mantenido una tendencia positiva hasta el año 2014, con un considerable decremento en la producción de documentos para el año 2015, y a partir de este año observamos nuevamente una tendencia positiva hasta el año 2017.

Tabla 28
Cantidad de publicaciones por fuente
(Scopus)

Source	Documents
BMC Public Health	2089
International Journal of Production Economics	1476
Lecture Notes in Computer Science Including Subseries	1332
Applied Mechanics and Materials	1076
International Journal of Production Research	1065
Advanced Materials Research	1053
European Journal of Operational Research	919
BMJ Open	889

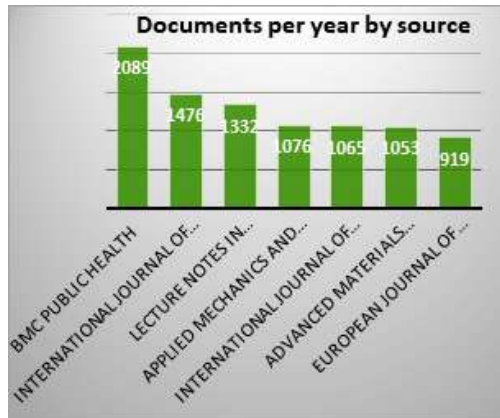


Figura 19. *Comparativo por fuente*
(Scopus)

En la Tabla 28 se pueden observar los títulos con mayor volumen de documentos publicados entre el año 2008 y el año 2017. Se aprecia, también, que la fuente (revista) BMC Public Helath registra el mayor número de títulos o documentos con 2089 publicaciones hasta el 2017, en el área de la Ingeniería y otras áreas, que guardan relación con las palabras claves “Cadena de Suministro y Logística”, empleadas como filtros para limitar y ser más específicos al momento de analizar el comportamiento de las publicaciones.

Tabla 29
Comparativo por Autor (Scopus)

Author	Documents
Shariat, S.F.	116
Fushimi, K.	118
Govindan, K.	118
Trinh, Q.D.	123
Lin, H.C.	129
Yasunaga, H.	129
Hofman, A.	133
Karakiewicz, P.I.	135
Montorsi, F.	139
Peterson, E.D.	144

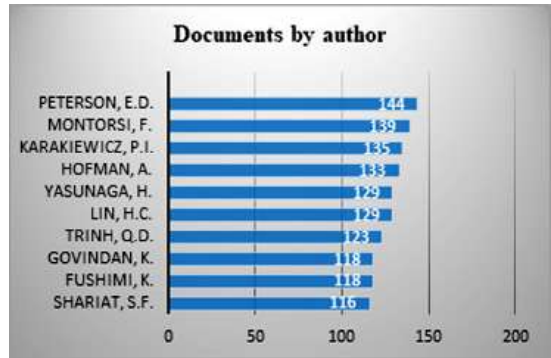


Figura 20. *Comparativo por Autor (Scopus)*

Ahora bien, basándonos, en la información filtrada de la base de datos de SCOPUS, también relacionada con las palabras de Cadena de Suministro y Logística, se pueden encontrar los principales investigadores con el mayor número de publicaciones en el área de Ingeniería, Ciencia y Tecnología y la Sub-Área de Cadenas de Suministro y Logística.

Paralelamente, en la misma base de datos de Scopus, y según la información filtrada para las universidades con más títulos, o documentos publicados, en la Tabla 30, se muestran las universidades con el indicador más alto. En ese orden, la universidad con más publicaciones en el área de la Ingeniería, Ciencia y Tecnología, y Logística médica, luego de filtrar la información, es la Universidad de Harvard, en EEUU, con 3629 publicaciones.

Tabla 30
Publicación por país/territorio

Country	Documents
United States	90063
China	39400
United Kingdom	20220
Germany	14602
Undefined	14260
Canada	14249
Australia	11696
Italy	11018
Japan	10967
Netherlands	9672

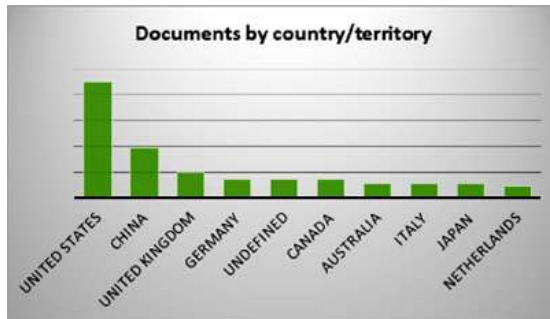


Figura 21. *Comparativo por región (Scopus)*

Con relación a la publicación por país o territorio, en la Figura 22, se observa que EE.UU. lidera el grupo con 90063 títulos, y, específicamente, en el área de la Ingeniería y otras áreas que tienen alguna relación con los temas de Cadena de Suministro y Logística.

Tabla 31
Cantidad de publicaciones por tipo de documento

Document Type	Documents
Article	236264
Conference Paper	42473
Review	6500
Book Chapter	4135
Article in Press	2408
Conference Review	1409
Note	1011
otros	3283

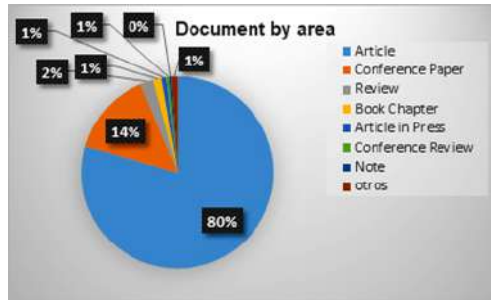


Figura 22. *Comparativo por tipo documento (Scopus)*

Para ilustrar mejor la relación entre las diferentes formas de publicación de los documentos, y teniendo en cuenta el área de las Ingenierías y la sub-área de Logística, la cual fue filtrada según las palabras “Cadena de Suministro y Logística”, en la base de datos SCOPUS, se puede resaltar que los títulos o *Article*, equivalen al 80% de todas las publicaciones. En ese mismo orden, le siguen las Conferencia de *Papers* con 14%, equivalente a 42473 documentos. Se resalta, además, que entre estas dos áreas se concentra el 94% de todas las publicaciones.

Revistas de ingeniería a nivel de Latino America

Con relación a las revistas que tienen correspondencia con el Programa de Ingeniería Industrial en el ámbito de Latinoamérica, se resaltan títulos en las áreas de Producción, Tecnología en Proyectos, Gerencia de Producción, Tendencias de la Ingeniería Industrial, Ingeniería y Desarrollo, y Temas Generales de Ingeniería Industrial. En la siguiente tabla se relacionan los títulos de revistas más conocidas en Latinoamérica.

Tabla 32.
Relación de revistas en Latinoamérica

Nombre	ISSN	Dirección Revista	Correo electrónico y página Web
Gestión y Producción	0104-530X	Calle Vía Washington Luís, Km 235, São Carlos - Brasil	gp@dep.ufscar.br ;
			http://www.dep.ufscar.br/revista/
Gestión y Tecnología de Proyectos	1981-1543	Calle Av. Trabalhador São-Carlense, 400; São Carlos, SP.Brasil	revista.gtp@gmail.com
			http://www.arquitetura.eesc.usp.br/gestaodeprojetos/
Iberoamerican Journal of Project Management	2027-7040	RIIPRO. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Mar del Plata. J.B. Justo. 4302. 7600. Mar del Plata. Bs. As. Argentina	www.riipro.org/journal
			contacto@riipro.org
Independent Journal of Management & Production	2236-269X	Al. das Tipuanas, 33, Apto. 23, Jd. Beira Rio, Jacareí - SP, Brazil, CEP: 12320-050	http://www.ijmp.jor.br
			ijmp@ijmp.jor.br
Industrial Data	1810-9993	Calle Av. Venezuela 3400, Lima - Perú	iifi@unmsm.edu.pe;
			http://Industrial.unmsm.edu.pe/es.index.php

Nombre	ISSN	Dirección Revista	Correo electrónico y página Web
Ingeniería Industrial	1025-9929	Av. Javier Prado este, cuadra 46	manorieg@ulima.edu.pe
		Urbanización Monterrico, Lima 33, Perú	
Ingeniería Industrial: Actualidad y Nuevas Tendencias	1856-8327	Escuela de Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería, Univ. de Carabobo. Final Av. Universidad, Campus Bárbula, Naguanagua, Carabobo, Venezuela	revistaiiynt@gmail.com; revistaiiynt@uc.edu.ve
			http://servicio.bc.uc.edu.ve//Ingenieria/
			revista/Inge-Industrial/index.htm
Revista Ingeniería Industrial	1815-5936	Inst. Superior Politécnico "José Antonio Echeverría", CUJAE, Marianao, Apdo. Postal 19390, La Habana -Cuba	hllanusa@tesla.cujae.edu.cu
			http://rii.cujae.edu.cu/index.php/revistaind
Ingeniería y Desarrollo	0122-3461	Calle Km 5, Antigua Vía Puerto Colombia, Barranquilla. Atlántico - Colombia	ingydesr@uninorte.edu.co
			http://www.uninorte.edu.co/publicaciones/secciones.asp?ID=11
Ingeniería Industrial	1025-9929	Comité Editorial Av. Javier prado este, cuadra 46, Urbanización Monterrico, Lima 33, Perú	manorieg@ulima.edu.pe
Producción	1980-5411	Calle Av. Prof. Almeida Prado, Travessa 2, 128 - 2º Andar - Sala 231 São Paulo. Brasil	editoria@revistaproducao.net
			http://www.revistaproducao.net/index.asp?ss=32
			http://www.producao.submitcentral.com.br/login.php

Nombre	ISSN	Dirección Revista	Correo electrónico y página Web
Producto y Producción	1983-8026	Calle Av. Osvaldo Aranha, 99 - 5º andar Centro; Porto Alegre, RS. Brasil	pep@ufrgs.br
			www.seer.ufrgs.br/index.php/ProdutoProducao
RAI : Revista de Administración e Innovación	1809-2039	Calle Av. Prof. Luciano Gualberto, 908 - FEA 1 - Piso Superior - Ala Verde, São Paulo, SP. Brasil	rai@fia.com.br; campanario@uninove.br
			http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/
			ArtPdfRed.jsp?iCve=97317116008
Revista Iberoamericana de Ingeniería Industrial	2175-8018	Calle Centro Tecnológico (CTC) Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Campus Universitário – Bairro Trindade, Florianópolis, SC. Brasil	stefano.nara@gmail.com; ijie@deps.ufsc.br
			http://www.incubadora.ufsc.br/index.php/IJIE
Revista Ingeniería Industrial	0717-9103	Calle Av. Collao 1202, Concepción - Chile	revista.Industrial@ubiobio.cl
			www.ubiobio.cl/revista
Revista Semilleros	2343-6395	Fac. De Ingeniería, Univ. De Carabobo, Valencia, Venezuela – Ciudad Universitaria, Campus Bárbula	http://redi4.edublogs.org/semilleros/
			coordinacionredi4@gmail.com
Técnica Industrial	0040-1838	Calle Avda. Pablo Iglesias, 2-2º, Madrid - España	revista@tecnicaindustrial.es
			http://www.tecnicaindustrial.es/
Agenda de Calidad	1909-0870	Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca. Calle 28 no. 5b-02, Bogotá, Colombia	http://agendadecalidad.org/revista/

Nombre	ISSN	Dirección Revista	Correo electrónico y página Web
Ingeniería Industrial	1815-5936	Inst. Superior Politécnico "José Antonio Echeverría", CUJAE, Marianao, Ciudad de La Habana, Apdo. Postal 19390-Cuba	sfleitas@ind.cujae.edu.cu; revistasii@ind.cujae.edu.cu
			http://rii.cujae.edu.cu/index.php/revistaind
Independent Journal of Management & Production	2236-269X	Al. das Tipuanas, 33, Apto. 23, Jd. Beira Rio, Jacareí - SP, Brazil	http://www.ijmp.jor.br
			ijmp@ijmp.jor.br
Observatorio Laboral Revista Venezolana	1856-9099	Univ. de Carabobo, Fac. de Ciencias Económicas y Soc. Lab.de Inv. en Estudios del Trabajo (LAINET) Valencia, Venezuela	http://servicio.cid.uc.edu.ve/faces/revista/
			lainet/index.htm
			observatoriolaboralrevistav@gmail.com ;
			yamilesmith@gmail.com
Revista Ingeniería Industrial	0718-8307	Collao 1202. Casilla 5-C. Concepción-Chile	Ingenieria.Industrial@ubiobio.cl
			http://www.revistaIngenieriaIndustrial.cl/

Otras revistas del área de Ingeniería General y Ciencias aplicadas

Revistas de ingeniería a nivel nacional

Tabla 33
Revistas de Ingeniería a nivel nacional

Nombre	ISSN	Dirección Revista	Correo electrónico y página Web
Ingeniería y Desarrollo	0122-3461	Calle Km 5, Antigua Vía Puerto Colombia, Barranquilla. Atlántico – Colombia	ingydesr@uninorte.edu.co
			http://www.uninorte.edu.co/publicaciones/
			secciones.asp?ID=11
Agenda de Calidad	1909-0870	Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca. Calle 28 no. 5b-02, Bogotá, Colombia	http://agendadecalidad.org/revista/
Ingeniería e Investigación	2248 - 8723	Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá, Facultad de Ingeniería, Avenida El Dorado No. 44A-40, edificio 571, piso 4º- Bogotá – Colombia.	www.revista.unal.edu.co/index.php/ingeinv
			digital@unal.edu.co
Revista facultad de Ingeniería universidad de Antioquia	0120-6230	Universidad de Antioquia, Facultad de Ingeniería, Calle 67 N.º 53-108. Bloque 21 Oficina 105, Medellín – Colombia.	revistaIngenieria@udea.edu.co
Ingeniería y competitividad	0123-3033	Universidad Del Valle – Univalle, Sede San Fernando, Calle 4B # 36-00. Cali – Colombia	http://revistas.univalle.edu.co/index.php/Ingenieria_y_competitividad

Nombre	ISSN	Dirección Revista	Correo electrónico y página Web
Ingeniería y universidad	0 1 2 3 - 2126	Pontificia Universidad Javeriana - Puj - Sede Bogotá, Carrera 7 No. 40 – 62, Bogotá – Colombia.	http://revistas.javeriana.edu.co/.
Revista de Ingeniería	0 1 2 1 - 4993	Universidad De Los Andes – Uniandes, Colombia.	https://ojsrevistaing.uniandes.edu.co/ojs/index.php/revista
Ingeniería y Ciencia	1 7 9 4 - 9165	Universidad Eafit, Carrera 49 7Sur-50, Medellín – Colombia	ingciencia@eafit.edu.co
Revista eia	1 7 9 4 - 1237	Escuela De Ingeniería De Antioquia - E.I.A. Sede de Las Palmas: Km 2 + 200 Vía al Aeropuerto José María Córdoba Envigado, Colombia	https://revistas.eia.edu.co/index.php/reveia
Revista Ingenierías universidad de Medellín	1 6 9 2 - 3324	Universidad De Medellín – Udem, Medellín – Colombia.	https://revistas.udem.edu.co/index.php/Ingenierias

Discusión

La revisión de la literatura, y algunos estudios realizados por algunas organizaciones a nivel internacional, como la CIUO-SENA en su estudio de tendencias adaptado para Colombia, precisa de las ocupaciones para algunas profesiones, entre ellas la Ingeniería Industrial y sus especificidades. En el mismo estudio, los Ingenieros Industriales y la clasificación de las ocupaciones en el grupo 2121, y según el informe, deben realizar

investigaciones relacionadas con el diseño organizacional, la planificación, la programación y el control de la producción y la distribución de la planta, las operaciones y el mantenimiento de los procesos productivos, aspectos financieros y de rentabilidad, con sus respectivos niveles de seguridad. En ese mismo orden, los Ingenieros Industriales, dentro de sus especificidades, también resalta el estudio las áreas administrativas; se destacan, además, la optimización de procesos mediante el modelamiento matemático y las áreas relacionadas con el tema comercial y mercadeo. En el mismo estudio se involucran otras áreas con marcada tendencia en las ocupaciones del Ingeniero Industrial, entre las que tenemos: la gestión de los procesos, la innovación y la gestión de los sistemas empresariales para el mejoramiento de la productividad.

Otra particularidad importante que se puede resaltar, como consecuencia de esta revisión e interpretación, es la tendencia de la Ingeniería Industrial en Europa, según el informe presentado por el proyecto Europa-2020, el cual concluye que la Ingeniería es, y a futuro se perfila como, una de las disciplinas más demandas por organizaciones y empresas. Se resaltan, entonces, tres pilares básicos como consecuencia de este estudio, los cuales son: la internacionalización, la reestructuración del sector y la innovación tecnológica. Además, el mismo informe efectuado por la Randstad Professional argumenta que ciertas profesiones como Médico, Farmacéutico, Biomédico, Ingenieros Industriales, Ingenieros de Caminos, Ingenieros Informáticos, Ingenieros de Telecomunicaciones, son las que se perfilan con mayor demanda y futuro para los próximos años.

En materia de Ranking e indicadores, y según publicación de la Academic Ranking of World Universities (ARWU), se destaca la Universidad de Sao Paulo (Brasil), como la universidad mejor posicionada a nivel Latinoamericano, según el índice de Shanghái, en el grupo de 301-400, seguida de la Universidad Federal de Rio de Janeiro, también de Brasil. Dentro de esa misma clasificación y tendencia en el posicionamiento de la universidades colombianas, se resalta el logro alcanzado por la Universidad de Antioquia en el año 2017, como la Universidad con mayor índice, en un rango del 401-600.

Ahora bien, según la categoría de Ingeniería, Ciencia y Tecnología, para las universidades colombianas, el ranking internacional más alto para

el año 2017, lo obtuvo la Universidad de los Andes, en un rango del 501-600, a nivel internacional.

Según las tendencias de la investigación y publicaciones internacionales, sobre temas relacionados con los programas de Ingeniería Industrial, entre ellos “Ingeniería Organizacional” como palabras claves para filtrar la búsqueda y facilitar el análisis de la información, sobresalen las universidades americanas con 621 publicaciones en los últimos diez años.

Para el área de manufactura y planificación de sistemas productivos, y como medio para simplificar la búsqueda, se filtró la información utilizando las palabras claves “Manufacturing or Producción and Planning”, según los resultados de la base de datos de Scopus, lo cual arrojó 5620 títulos, desde el año 2008 al año 2017. Y la universidad con el número de publicaciones más altas alcanzado en esta área, se encuentra la Universidad Rheinisch de Alemania, con 106 títulos, seguida de la universidad “Technical University de Munich, también de Alemania, con 53 títulos.

Conclusiones

El programa de Ingeniería Industrial es y se perfila como uno de los programas académicos a nivel mundial que empresas y organizaciones más demandan, dado que es un programa que no puede estar de espaldas a las tendencias de la Innovación, la Ciencia y la Tecnología. Su principal aporte a la sociedad se deriva de la formación que tienen los Ingenieros Industriales en el diseño para el aprovechamiento, optimización y utilización de los factores productivos que potencien y perfilen a las empresas y organizaciones a mejorar su eficiencia y productividad.

Es importante, también, resaltar el papel que juega la investigación en temas y áreas específicas de la Ingeniería Industrial. Se destaca, además, cómo ese esfuerzo y tendencia de la investigación se materializa como aporte valioso y sustantivo para el fortalecimiento de las actividades académicas, centros educativos y comunidades científicas de todo el mundo. Es la investigación uno de los ejes fundamentales y factor principal que se tiene a nivel internacional, como medio para evaluar, exaltar y reconocer la labor de los países, universidades, programas e investigadores, de cara a

los aportes científicos, a la Ciencia, a la Tecnología y a su interacción con el medio para resolver los problemas que la sociedad enfrenta en todos sus ámbitos.

La tendencia actual en la preservación del medio ambiente hace que el Ingeniero Industrial analice las actividades realizadas por él y su organización, e involucre en todos los procesos herramientas que ayuden a reducir los desperdicios, en busca de dar un valor agregado con las buenas prácticas ambientales en sus empresas.

Cabe resaltar que, en las diferentes actividades realizadas, hay un riesgo para los trabajadores. El Ingeniero Industrial debe velar por la implementación de los planes de seguridad y salud en el trabajo, que ayuden a minimizar los accidentes laborales y mejorar la calidad de vida de sus empleados.

Referencia

- Accreditation Board for Engineering and Technology [ABET]. (2013). Criteria for Accrediting Engineering Programs. Baltimore: ABET.
- Acevedo, Adolfo (2010). El modelo conceptual de las 4 Dimensiones para la resolución de problemas. *Industrial Data Revista de Investigación*, 13(2), 15-24. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81619984003>
- Acevedo Borrego, A., & Linares Barrantes, M. C. (2012). El enfoque y rol del ingeniero Industrial para la gestión y decisión en el mundo de las organizaciones. *Industrial Data*, 15(1), 9-24. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81624969002>
- ACOFI, & ICFES. (1996). Actualización y Modernización Curricular en Ingeniería Industrial. Bogotá, D.C.: Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería. Recuperado de <http://www.acofi.edu.co/wp-content/uploads/2013/08/Actualización-y-Modernización-Curricular-Ingeniería-Industrial-1996.pdf>
- ANECA. (2005). Libro Blanco de Titulaciones de Grado de Ingeniería de la Rama Industrial. Madrid. Recuperado de <http://www.aneca.es/Documentos-y-publicaciones/Libros-Blancos/Libro-Blanco-de-Titulaciones-de-Grado-de-Ingenieria-de-la-Rama-Industrial>

- CECAR. (2017). Documento Maestro Ingeniería Industrial. Facultad de Ciencias Básicas, Ingeniería y Arquitectura.
- DANE, & OIT. (2015). Clasificación Internacional Uniforme de Ocupaciones. Recuperado de https://www.dane.gov.co/files/sen/nomenclatura/ciuo/CIUO_08_AC_2015_07_21.pdf
- Franco, P. C. (2015). Tendencias de la Ingeniería Industrial. *Revista Páginas*, (97), 93–108. Recuperado de <http://biblioteca.ucp.edu.co/ojs/index.php/paginas/article/view/2567>
- Girof, F. (2003). El modelo Frances de la Ingeniería Industrial. *Dyna*, (Marzo), 45-60. Recuperado de <http://www.revistadyna.com/Documentos/pdfs%5C2003%5C200302mar%5C275DYNAINDEX.pdf>
- HAYS. (2016). Guía del Mercado Laboral 2016: Un análisis global de tendencias y salarios en España. Barcelona. Recuperado de <http://docs.gestionaweb.cat/0946/guia-hays-2016.pdf>
- Jiménez, C. (2018, enero). ¿Cuáles son las carreras con más futuro laboral? | Forbes España. *Forbes Business*. Recuperado de <http://forbes.es/business/37068/cuales-las-carreras-mas-futuro-laboral/>
- Kozlowski, S. W. J., & Ilgen, D. R. (2006). Enhancing the Effectiveness of Work Groups and Teams. *Psychological Science in the Public Interest*, 7(3), 77–124. <https://doi.org/10.1111/j.1529-1006.2006.00030.x>
- OEA, & UPB. (2012). ESTUDIO DE PROSPECTIVA DE LA INGENIERÍA INDUSTRIAL AL 2025 EN ALGUNOS PAISES MIEMBROS DE LA OEA. Medellín. Recuperado de <http://www.laccei.org/Beta2/Informe Ejecutivo Primera Ronda DELPHI OEA-UPB.pdf>
- Palma, M., de los Ríos, I., & Guerrero, D. (2012). Higher Education in Industrial Engineering in Peru: Towards a New Model Based on Skills. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 46, 1570–1580. <https://doi.org/10.1016/J.SBSPRO.2012.05.342>
- Silva, C. E., Flores, X. A., García, M.G y Pérez, J. P. (20 – 22 de julio de 2016). Propuesta de cuantificación de expectativas del entorno para la estructuración de una malla curricular. Recuperado de <http://www.laccei.org/LACCEI2016-SanJose/RefereedPapers/RP76.pdf>
- Pachauri, R. K., Allen, M. R., Barros, V. R., Broome, J., Cramer, W., Christ, R., ... & Dubash, N. K. (2014). Climate change 2014: synthesis re-

port. Contribution of Working Groups I, II and III to the fifth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (p. 151). IPCC. Recuperado de https://epic.awi.de/id/eprint/37530/1/IPCC_AR5_SYR_Final.pdf

UNESCO. (2010). Engineering: Issues Challenges and Oportunities For Development. France: Unesco Publishing. Recuperado de <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000189753>

Universia. (2018). Te mostramos cuáles son las carreras más demandadas en Colombia. Recuperado el 15 de Diciembre de 2018, de <https://noticias.universia.net.co/educacion/noticia/2015/12/17/1134832/20-carre-ras-universitarias-mayor-demanda-mejor-pagadas-colombia.html>

Capítulo 4

PANORAMA NACIONAL DE LOS PROGRAMAS DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Jorge Enrique Dumar Rueda¹
Rodrigo Daniel Salgado Ordosgoitia²
Mario Frank Pérez Pérez³

Resumen

Se analizó el panorama que presentan los programas de Ingeniería Industrial en Colombia, mediante un diseño de investigación no experimental, de tipo transaccional o transversal, con un alcance descriptivo. El estudio permitió concluir que la actual oferta académica la constituyen 171 programas, ofrecidos por 104 Instituciones de Educación Superior, 132 de carácter privado mientras que el resto pertenecen a Instituciones públicas. La metodología predominante es

1 Ingeniero Industrial de la Universidad del Norte, Maestría en Sistemas Integrados de Gestión de la Universidad Internacional Iberoamericana de Puerto Rico y con especialización en Estadística Aplicada de la Fundación Universitaria Los libertadores de Bogotá. Profesor de tiempo completo de la Facultad de la Facultad de Ciencias Básicas, Ingeniería y Arquitectura de la Corporación Universitaria del Caribe—CECAR. Correo: jorge.dumar@cecar.edu.co

2 Químico de la Universidad de Córdoba (Montería, Colombia), Doctor en Química de la Pontificia Universidad Católica de Chile (Santiago de Chile-Chile), y actualmente adelanta estudios de Maestría en Ingeniería Industrial en la Universidad Internacional Iberoamericana—UNINI (México) y un Máster en Organización de Empresas y Proyectos Industriales en Universidad Europea Del Atlántico (España). Corporación Universitaria del Caribe—CECAR, docente y Decano, de la Facultad de la Facultad de Ciencias Básicas, Ingeniería y Arquitectura. Correo: rodrigo.salgado@cecar.edu.co

3 Ingeniero Agroindustrial de la Universidad Pontificia Bolivariana, Magister en Ingeniería Industrial de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Doctorando en Ingeniería Industrial de la Universidad de Carabobo de Venezuela, Diplomado en Gestión de Proyectos bajo metodología PMI de la Corporación Universitaria de Asturias; Actualmente me desempeño como docente Investigador en la Corporación Universitaria del Caribe—CECAR, Sincelejo, Colombia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4020-0467>. Correo: mario.perez@cecar.edu.co

la presencial, utilizada en el 95,2% de los programas, en tanto que la modalidad utilizada en la totalidad de los programas es la de formación profesional. El número de créditos académicos oscila entre los 146 a 188. De los programas ofertados, 34 han logrado acreditación de alta calidad, entre ellos 5 acreditados internacionalmente por la ABET (Consejo de Acreditación de Ingeniería y Tecnología, ABET por su sigla en inglés) y 1 por ARCU SUR (Sistema de Acreditación Regional de Carreras Universitarias de los Estados Partes del MERCOSUR y Estados Asociados). Los perfiles ocupacionales o de desempeño de los egresados de estos programas pueden agruparse en las siguientes áreas: Gestión de Operaciones, Gestión de la Calidad, Gestión del Talento Humano, Salud Ocupacional, Logística y Distribución, Gestión Económica y Financiera, Gestión Administrativa y Gestión de la Tecnología.

Palabras clave: Acreditación, Créditos académicos, Modalidad de formación, Ingeniería Industrial

Abstract

The panorama presented by the Industrial Engineering Programs in Colombia was analyzed through a non-experimental research design, of a transactional or transversal type, with a descriptive scope. The study made it possible to conclude that the current academic offer consists of 171 programs, offered by 104 Higher Education Institutions, 132 of a private nature while the rest belong to public institutions. The predominant methodology is face-to-face, used in 95.2% of the programs, while the modality used in all the programs is that of professional training. The number of academic credits ranges from 146 to 188. Of the programs offered, 34 have achieved high quality accreditation, including 5 internationally accredited by the ABET (Council for Accreditation of Engineering and Technology, ABET by its acronym in English) and 1 by ARCU SUR (System of Regional Accreditation of University Careers of the States Parties of MERCOSUR and Associated States). The occupational or performance profiles of the graduates of these programs can be grouped into the following areas: Operations Management, Quality Management, Human Talent Management, Occupational Health, Logistics and Distribution, Economic and Financial Management, Administrative Management and Management of the technology.

Keywords: Accreditation, Academic credits, Training modality,
Industrial Engineering

Introducción

La primera facultad de Ingeniería Industrial que se abrió en el país fue la de la Universidad Industrial de Santander, en 1958, con el objetivo de proporcionarle al país personal capacitado en el campo de la organización de la manufactura (Rodríguez Valbuena, 2015). Esta apertura se dio en el marco de un auge empresarial en la década de los 50, que estuvo acompañado con un fortalecimiento de la producción Industrial masiva, que demandó de una organización más eficiente de los procesos productivos de las empresas y de una racionalización del trabajo que crearon la necesidad de contar con profesionales educados en áreas del conocimiento relacionadas con dichas demandas. Esta primera facultad fue dirigida por el ingeniero químico Guillermo Camacho y la mayoría de profesores provenían de los programas de Química e Ingeniería Química, por lo que, en primera instancia, la Ingeniería Industrial estaba orientada a procesos químicos relacionados con la explotación del petróleo, dada la fortaleza de esa Universidad en dichos procesos.

En 1960, se establece la carrera de Ingeniería Industrial en la Universidad de los Andes y la Escuela de Administración, Finanzas y Tecnologías en Medellín. De esta manera, tal como lo señala Luisa Fernanda Rodríguez en su libro sobre la historia de la Ingeniería Industrial, comienza a ofertarse en nuestro país la enseñanza de la Ingeniería Industrial como respuesta a los requerimientos de la industria, que venía aplicando los principios de racionalización del trabajo: la descripción de oficios, tiempos y movimientos del trabajador; medida precisa del costo de cada operación; y establecimiento de estándares de trabajo e incentivos de producción (Rodríguez Valbuena, 2015). A partir de este momento, comienza un periodo de significativo crecimiento del número de programas de Ingeniería Industrial, tanto en las universidades más reconocidas del país como en muchas otras, creadas en el marco de los procesos de masificación de la educación superior (Rodríguez Valbuena, 2015). Es así como, en el periodo comprendido entre los años 1960 y 1973, ya existían 13 universidades que ofertaban, según las Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería

(ACOFI), Programas de Ingeniería Industrial para los estudiantes interesados en esta carrera. Estas universidades fueron: Universidad Industrial de Santander, Universidad de Los Andes, Fundación Universidad América, Universidad INCCA, Universidad Tecnológica de Pereira, Universidad de Antioquia, Universidad Nacional, Universidad del Tolima, Universidad Javeriana, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Universidad del Norte, Universidad de Pamplona, Universidad Libre.

Para el año de 1990, ya existían en el país aproximadamente 25 programas de Ingeniería Industrial en funcionamiento. Este aumento obedeció —de acuerdo con lo expresado por Luisa Fernanda Rodríguez Valbuena en su tesis titulada *El Campo de la Educación en Ingeniería Industrial en Colombia 1950-2000*— a un proceso de masificación de la educación superior como respuesta a la demanda social de la educación, a los problemas sociales derivados de la nueva forma de crecimiento económico y al ingreso de la mujer a la educación superior en áreas técnicas (Rodríguez Valbuena, 2014). A partir de la década de los 90, el crecimiento en el número de programas de Ingeniería Industrial podría considerarse excesivo, ya que en la actualidad se cuenta con 171 de estos programas es decir con 146 más de los que se ofertaba en 1990, lo que podría conducir a una sobreoferta de Ingenieros Industriales. En este sentido un estudio realizado por investigadores de la Universidad del Valle muestra que, a futuro, en dicho departamento, el número de vacantes para Ingenieros Industriales recién egresados será insuficiente para cubrir la creciente oferta de este tipo de profesionales, que se explica, en parte, por la continua apertura de programas de Ingeniería Industrial (Infante Montaña, Fernández Ruano, Giraldo López, & Álvarez Garcés, 2012). A continuación, se presenta una gráfica que representa la relación entre la oferta y la demanda de Ingenieros Industriales en el Valle del Cauca.



Gráfica 1. Relación entre la oferta y la demanda de Ingenieros Industriales en el Valle del Cauca.

Fuente: (Infante Montaña, Fernández Ruano, Giraldo López, & Álvarez Garcés, 2012).

Este mismo panorama podría vislumbrarse para la mayoría de departamentos del país, por presentar estas menores contribuciones al PIB nacional que el Valle del Cauca, lo que significa menores tasas de producción de bienes y servicios. Este notable incremento en el número de programas de Ingeniería Industrial podría explicarse por la necesidad de formar profesionales a partir de conceptos adaptados de las “sociedades pos-industriales del conocimiento”, como autogestión, automatización, subcontratación, logística, conglomerados industriales, que demandaba ingenieros que se desempeñaran como consultores independientes, emprendedores, ingenieros de planta, empresarios, gerentes, etc. (Rodríguez Valbuena, 2015).

De las primeras trece universidades que ofertaron el programa de Ingeniería Industrial podemos destacar las siguientes por su reconocida calidad educativa: Universidad Industrial de Santander, Universidad de Los Andes, Universidad Tecnológica de Pereira, Universidad de Antioquia, Universidad Nacional, Universidad Javeriana, Universidad Distrital Francisco José de Caldas y Universidad del Norte. Por lo tanto, podemos decir que, dada su antigüedad y calidad académica, podrían considerarse los programas de Ingeniería Industrial de estas universidades como tradicionales en el escenario nacional.

Metodología

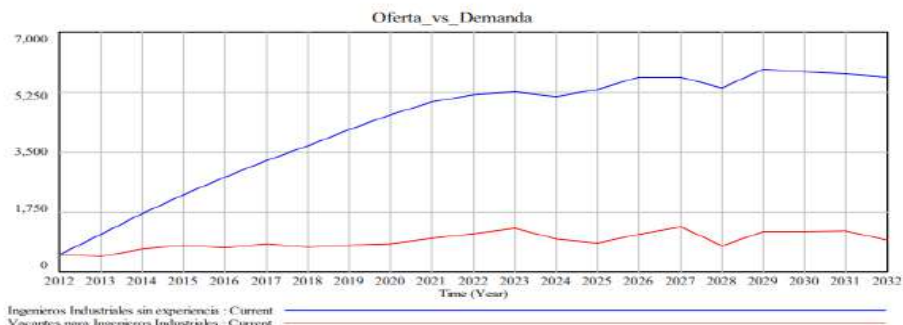
Se estableció un diseño de investigación no experimental, de tipo transaccional o transversal, con un alcance descriptivo. Para ello, se analizó la información ofrecida por el Sistema Nacional de Información de la Educación Superior—SNIES, por medio de su página web. Con respecto a la información relacionada con el programa de Ingeniería Industrial, se procedió a recolectar información en cuanto a su cantidad. Asimismo, a aquella que permitiera describir de forma más precisa la oferta educativa. Los aspectos evaluados para tal fin fueron: la modalidad educativa, el carácter académico de la Institución de Educación Superior que lo oferta, el número de créditos académicos de los programas, el lugar en donde se ofrece el programa académico, el tipo de acreditaciones con que estos cuentan y las áreas de formación de los programas.

Resultados y Discusión

A continuación, se presentan los resultados obtenidos y el análisis de los distintos aspectos estudiados:

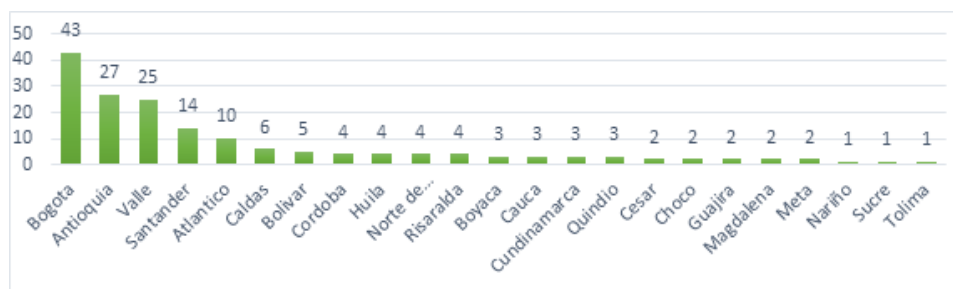
Carácter académico de las Instituciones de Educación Superior que ofertan el programa de Ingeniería Industrial a nivel nacional

La mayoría de programas de Ingeniería Industrial son ofrecidos por universidades tal y como se puede observar en la Gráfica 1 donde es posible describir la participación de las Instituciones Educativas en la oferta de programas de Ingeniería Industrial, teniendo en cuenta su carácter académico.



Gráfica 2. Carácter Académico de las IES que ofrecen el programa de Ingeniería Industrial o programas afines en Colombia.

De los 171 programas de Ingeniería Industrial que existen en nuestro país, aproximadamente el 70% funcionan en los siguientes lugares geográficos, ordenados descendientemente: Bogotá D.C, Antioquia, Valle del Cauca, Santander y Atlántico, que representan casi el 16% del total de los entes territoriales del país. Esto nos permite concluir que la oferta académica de Ingeniería Industrial tiende a concentrarse en las grandes urbes, en donde predomina en un gran porcentaje de sociedades económicamente más activas, las cuales se caracterizan por tener mayor participación en el Producto Interno Bruto (PIB) nacional, según el DANE, —entre las cuales se pueden mencionar Bogotá D.C, Antioquia, Valle del Cauca, Santander y Cundinamarca— que concentran el 62,4% del agregado nacional (DANE, 2018). Lo concluido anteriormente, podría ser explicado por la mayor pertinencia de los programas de Ingeniería Industrial en los departamentos con mayor producción de bienes y servicios. Por medio de la Gráfica 2, es posible realizar un análisis del número de Programas de Ingeniería Industrial, por Departamento.



Gráfica 3. *Número de programas de Ingeniería Industrial en Colombia, por Departamento.*

Los Programas de Ingeniería Industrial que funcionan en el país en el año 2016, último año con información de matriculados por programa académico, impartieron formación profesional a 147.909 estudiantes de pregrado de Ingeniería Industrial, de los cuales 99.977 (67,5%) estudiaban en Instituciones de Educación Superior privadas, mientras que los restantes 47.932 (32,4%) estudiaban en Instituciones públicas. Para el 2016, del total de estudiantes de Ingeniería Industrial, el 87,71% estaba estudiando su pregrado en la Modalidad Presencial, mientras que el 12,82% restante estudiaba en la Modalidad a Distancia, tal y como se evidencia en la Tabla 1, en la cual es posible determinar la participación, con respecto al aspecto de la modalidad educativa, en la que se desarrollan las actividades en las Instituciones de Educación Superior, tanto públicas como privadas.

Tabla 1

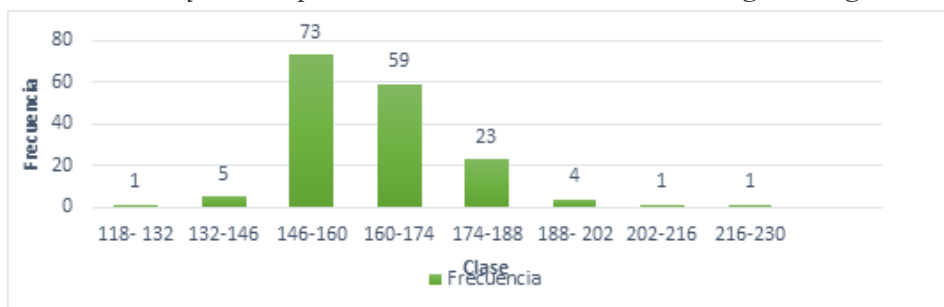
Participación de la modalidad educativa en las Instituciones de Educación Superior, tanto públicas como privadas

Participación de la modalidad educativa en las Instituciones de Educación Superior privadas	Presencial	64,8 %
	Distancia Virtual	2,7 %
	Distancia tradicional	0,1 %
Participación de la modalidad educativa en las Instituciones de Educación Superior públicas	Presencial	22,9 %
	Distancia Virtual	5,1 %
	Distancia Tradicional	4,4 %
	Total	100 %

Se observa en esta tabla, que la modalidad predominante de la oferta a nivel nacional es la Modalidad Presencial en Instituciones de Educación Superior privadas (64,8%), seguida de la Modalidad Presencial en Instituciones de Educación Superior públicas (22,9%).

Créditos académicos de los programas Ingeniería Industrial a nivel nacional

El número de créditos académicos fijados por las diferentes Instituciones Educativas para el estudio de la carrera de Ingeniería Industrial e Ingenierías afines es variable, y va desde un mínimo de 118 hasta un máximo de 230, con un número promedio de 164 créditos. La distribución del número de programas de Ingeniería Industrial y afines, según el número de créditos requeridos para su estudio, se muestra en la siguiente gráfica.



Gráfica 4. Número de programas de Ingeniería Industrial y afines por intervalo de número de créditos académicos Fuente: (SNIES, 2018).

De esta Gráfica podemos inferir que la mayor parte de los programas impartidos en Colombia, referentes a Ingeniería Industrial, concentran un número de créditos que oscilan entre los 146 a 188, con Instituciones que presentan la misma oferta con un número de créditos por debajo y por encima de estos valores, pero constituyen una minoría.

Contexto regional de los programas de Ingeniería Industrial

A nivel regional (Región Caribe) existen 26 programas académicos de Ingeniería Industrial; 21 de ellos pertenecen a Instituciones de Educación Superior de carácter privado, mientras que los 5 restantes son de Instituciones de Educación Superior públicas. La mayoría de estos programas son ofrecidos en el Departamento del Atlántico, tal y como se aprecia en la Tabla 2.

Tabla 2*Distribución de Programas por Departamento en la Región Caribe colombiana.*

Sector	Departamento							Total general
	Atlántico	Bolívar	Cesar	Córdoba	Guajira	Magdalena	Sucre	
Oficial	2			1	1	1		5
Privado	8	5	2	3	1	1	1	21
Total general	10	5	2	4	2	2	1	26

Fuente: (SNIES, 2018).

En la Región caribe el 100% de los programas de Ingeniería Industrial siguen la metodología presencial, en 92% de estos la periodicidad es semestral y en el 88% de los casos el número de semestres a cursar es 10. En cuanto al número de créditos necesarios para obtener el título de Ingeniero Industrial, cabe señalar que es variable de una institución a otra, siendo el número promedio de estos 163, con un mínimo de 152 y un máximo de 193.

De las universidades de la Región Caribe que ofrecen el programa de Ingeniería Industrial, 5 tienen certificación en acreditación de alta calidad y 16 cuentan con registro calificado. Entre el primer grupo de universidades se encuentran: la Universidad del Atlántico, la Universidad del Norte, la Universidad Tecnológica de Bolívar, la Universidad Simón Bolívar y la Corporación Universitaria de la Costa.

Mientras que en el segundo grupo aparecen: Universidad de Córdoba, Universidad del Magdalena, Universidad de la Guajira, Universidad Pontificia Bolivariana, Universidad Libre, Universidad Antonio Nariño, Universidad del Sinú, Corporación Universitaria del Caribe, Universidad de Santander, Corporación Universitaria Reformada, Institución Universitaria ITSA, Fundación Universitaria Tecnológico Comfenalco, Corporación Politécnica de la Costa, Corporación Universitaria Americana y Fundación Universitaria Colombo Internacional.

Perfiles ocupacionales o de desempeño de los programas ofertados a nivel regional

En la Tabla 3 se presentan los perfiles ocupacionales de los Ingenieros Industriales egresados de algunas de las universidades referentes en la Costa Caribe, con base en la información publicada por las mismas en sus portales oficiales de internet.

Tabla 3

Los perfiles ocupacionales de los Ingenieros Industriales egresados de algunas de las universidades referentes en la Región Caribe

Institución de educación superior	Perfil Ocupacional
Universidad del Norte	Gestión de Operaciones Gestión de la calidad Logística y distribución. Seguridad Industrial y Gestión Ambiental Gestión Económico-Administrativa: Gestión del Talento Humano.
Universidad del Atlántico	Gestión de la calidad de productos, procesos y servicios. Diseño de procesos. Gestión financiera. Diseño de sistemas de información. Gestión del talento humano. Producción y procesos de manufactura y servicios. Gestión estratégica de las organizaciones. Ingeniería de tiempos y movimientos. Gestión del mercadeo. Formación y capacitación. Gestión de la tecnología. Seguridad Industrial y salud ocupacional. Logística
Universidad Tecnológica de Bolívar	El Ingeniero Industrial de la Tecnológica se podrá desempeñar en el área de producción en labores de dirección, en producción y operaciones, control de calidad, logística, seguridad Industrial y salud ocupacional, o en el área de administración en funciones de administrador, director financiero, director del talento humano.

Institución de educación superior	Perfil Ocupacional
<p>Universidad Simón Bolívar</p>	<p>Gerenciar la producción de bienes y servicios. Gerenciar la calidad en la etapa de producción de productos y servicios. Gerenciar las operaciones de distribución. Coordinar las operaciones de almacenamiento de productos terminados. Asesorar en la planificación, diseño e implementación de los sistemas de gestión. Coordinar, dirigir y auditar los sistemas de gestión en empresas de bienes y servicios. Gerenciar el Talento Humano en una organización de bienes y servicios. Formular y evaluar proyectos de inversión. Gerenciar los procesos administrativos en empresas de bienes y servicios. Gerenciar proyectos de Ingeniería en empresas de bienes y servicios.</p>
<p>Corporación Universitaria de la Costa</p>	<p>Producción Calidad Logística Seguridad y salud en el trabajo Organizacional</p>

Teniendo en cuenta esta información, podemos agrupar los perfiles ocupacionales o de desempeño de los ingenieros Industriales egresados de las Instituciones de Educación Superior ubicadas en la Región Caribe, en las siguientes áreas: Gestión de Operaciones, Gestión de la Calidad, Gestión del Talento Humano, Salud Ocupacional, Logística y Distribución, Gestión Económica y Financiera, Gestión Administrativa y Gestión de la Tecnología.

Calidad de los programas de ingeniería industrial

Para alcanzar altos niveles de calidad, tanto en la educación como en otros tipos de bienes y servicios, se debe llevar a cabo un conjunto de actividades interrelacionadas, que permitan garantizar que la educación cumpla con una serie de características o requisitos que permitan la satisfacción de unas determinadas necesidades. Este conjunto de actividades se denomina aseguramiento de la calidad, que, para el caso de la calidad

en educación en Colombia, se define como el conjunto de acciones orientadas a promover, gestionar y mejorar permanentemente la calidad de las instituciones y programas de educación superior, y su impacto en la formación de los estudiantes (Ministerio de Educación Nacional, 2003).

El Sistema de Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior está conformado por tres componentes relacionados entre sí: (a) Provisión de la información; (b) Sistema de calidad; y (c) Fomento. Toda esta información se convierte en insumo para la evaluación y otorgamiento de registros calificados y acreditación de calidad de los programas e Instituciones de educación superior. La acreditación es una certificación de excelencia a partir de la evaluación pública que hace un par de expertos a partir de la autoevaluación que lleva a cabo un programa en particular de una institución (Ministerio de Educación Nacional, 2010).

Con respecto a este indicador de la calidad educativa en el país, podemos decir que, para el año 2016, todos los 171 programas de Ingeniería Industrial que se ofertan en Colombia tenían vigentes su registro calificado, lo cual da cuenta de que para el mencionado año todos cumplían con los requisitos mínimos de calidad exigidos por el Gobierno nacional. Esta información fue obtenida de una base de datos suministrada por el Sistema Nacional de Información Nacional de la Educación Superior (SNIES) en la cual aparecen el número de estudiantes matriculados para el primer y segundo semestre de 2016, lo cual es sinónimo de que cuentan con registro calificado ya que, de no tenerlo, el Ministerio les hubiera prohibido matricular estudiantes para el primer semestre.

Otra forma de monitorear la calidad educativa en Colombia se hace mediante la acreditación de los programas académicos. Según Alberto Roa, la acreditación no hace referencia a unos requisitos mínimos de calidad que los programas deban cumplir sino a cómo un programa académico se orienta a un deber ser, hacia un ideal de excelencia y pueden mostrar resultados específicos, tradición consolidada, impacto y reconocimiento social, entre otros aspectos, como la afirma (Roa Valero, 2003). En términos generales, la acreditación es un proceso de revisión al cual se somete una Institución de Educación Superior o programa académico para demostrar si cumple con una serie de requisitos de calidad fijados por un organismo de acreditación. La acreditación puede ser obtenida tanto nacional como internacionalmente.

Tipos de acreditación en Colombia

La acreditación en alta calidad en Colombia puede ser de tres tipos a saber (Tobón , 2006):

Acreditación voluntaria de excelencia: Otorgada a aquellos programas de pregrado que por iniciativa propia busque este reconocimiento. Para ello es necesario, además de cumplir con las condiciones mínimas de calidad para su registro calificado, seguir un proceso de autoevaluación para la mejora de la calidad. La autoevaluación es el ejercicio de revisión, reconocimiento, reflexión e intervención que realiza la comunidad académica de un programa de pregrado con el objetivo de valorar el desarrollo de sus funciones sustantivas.

Acreditación voluntaria institucional: Este tipo de acreditación está dirigido a las universidades como un todo. Para ello, deben seguir un proceso masivo de autoevaluación institucional, tener un plan de mejoramiento a largo plazo, poseer trayectoria como institución universitaria, tener varios programas de formación profesional acreditados y demostrar un impacto significativo en la sociedad, en el mundo laboral-empresarial y en la investigación.

Acreditación obligatoria: Este tipo de acreditación está contemplada en la ley para todos los programas de pregrado y posgrado de educación. A diferencia de lo que sucede con los registros calificados en nuestro país, el porcentaje de programas e Instituciones de Educación Superior acreditadas es bajo. En lo concerniente a la acreditación de Instituciones de Educación Superior (IES), de 288 de estas tan solo 47 están acreditadas, lo que corresponde al 16%. De estas 47, 14 son públicas, 28 privadas y 5 de carácter especial; es decir, Instituciones que están adscritas al Ministerio de Educación Nacional (MEN), pero que no reciben recursos del sector oficial (Revista Dinero, 2017). Por su parte el número de programas académicos acreditados es de 1.444 de un total 10.726 existentes lo que se traduce en un 13,4%. En lo que respecta a los programas de Ingeniería Industrial, de los 171 programas existentes solo 34 han logrado tan importante reconocimiento de la alta calidad (aproximadamente 20%).

A continuación, se presenta el número de programas de Ingeniería acreditados por área de desempeño para el año 2017:

Tabla 5
Numero de programas de ingeniería acreditados por área de desempeño para el año 2017

ÁREA	ACREDITACIÓN DE ALTA CALIDAD
Ingeniería Administrativa y afines	7
Ingeniería Agrícola, forestal y afines	10
Ingeniería AgroIndustrial, alimentos y afines	18
Ingeniería Agronómica, Pecuaria y afines	11
Ingeniería Ambiental, Sanitaria y afines	18
Ingeniería Biomédica y afines	6
Ingeniería Civil y afines	29
Ingeniería de Minas, Metalúrgica y afines	7
Ingeniería de Sistemas, Telemática y afines	49
Ingeniería Eléctrica y afines	13
Ingeniería Electrónica, Telecomunicaciones y afines	33
Ingeniería Industrial y afines	34
Ingeniería Mecánica y afines	23
Ingeniería Química y afines	9
Otras Ingenierías	8

Fuente: (CNA, 2018).

El mejoramiento continuo de la calidad en educación no solo se logra con procesos de acreditación de alta calidad a nivel nacional, sino que también se alcanza con acreditaciones obtenidas en el exterior.

Tipos de acreditación internacional

A nivel internacional la acreditación es realizada por diferentes organismos gubernamentales y no gubernamentales. Algunos de estos entes acreditadores son los siguientes⁴:

Consejo de Acreditación de Ingeniería y Tecnología (ABET por su sigla en inglés): Es una entidad estadounidense de acreditación de

⁴ Se relacionan aquellos en donde existen acreditaciones para programas académicos colombianos.

carácter no gubernamental que acredita programas en Ciencias Aplicadas, Computación, Ingenierías y Tecnologías de Ingeniería. Se encuentra conformada por sociedades técnicas y profesionales de Ingeniería, cuyos miembros colaboran para desarrollar requisitos o estándares con los cuales se asegura que un programa académico imparta educación de calidad. En nuestro país existen actualmente 5 programas de Ingeniería Industrial certificados por la ABET, que se presentan en la Tabla 5.

Tabla 5
Programas acreditados y las Instituciones de Educación Superior a las que pertenecen

INSTITUCIÓN DE EDUCACIÓN SUPERIOR	NOMBRE DEL PROGRAMA
EAN	Ingeniería de Producción
Pontificia Universidad Javeriana - Bogotá	Ingeniería Civil
Pontificia Universidad Javeriana - Bogotá	Ingeniería Electrónica
Pontificia Universidad Javeriana - Bogotá	Ingeniería Industrial
Pontificia Universidad Javeriana - Bogotá	Ingeniería de Sistemas
Pontificia Universidad Javeriana - Cali	Ingeniería Civil
Pontificia Universidad Javeriana - Cali	Ciencias de la computación
Pontificia Universidad Javeriana - Cali	Ingeniería Electrónica
Pontificia Universidad Javeriana - Cali	Ingeniería Industrial
Universidad de los Andes	Ingeniería Química
Universidad de los Andes	Ingeniería Civil
Universidad de los Andes	Ingeniería Eléctrica
Universidad de los Andes	Ingeniería Electrónica
Universidad de los Andes	Ingeniería Ambiental
Universidad de los Andes	Ingeniería Industrial
Universidad de los Andes	Ingeniería Mecánica
Universidad de los Andes	Ingeniería de Sistemas y computación
Universidad del Norte	Ingeniería Civil
Universidad del Norte	Ingeniería Eléctrica
Universidad del Norte	Ingeniería Electrónica
Universidad del Norte	Ingeniería Industrial
Universidad del Norte	Ingeniería Mecánica

INSTITUCIÓN DE EDUCACIÓN SUPERIOR	NOMBRE DEL PROGRAMA
Universidad del Norte	Ingeniería de Sistemas
Universidad Icesi	Ingeniería Industrial
Universidad Icesi	Ingeniería de Sistemas
Universidad Icesi	Ingeniería de telecomunicaciones

Fuente: ABET.

Sistema Arcu Sur: El Sistema de Acreditación Regional de Carreras Universitarias es resultado de un Acuerdo entre los Ministros de Educación de Argentina, Brasil, Paraguay, Uruguay, Bolivia y Chile. El Sistema ejecuta la evaluación y acreditación de carreras universitarias, y se gestiona a través de la Red de Agencias Nacionales de Acreditación (RANA), en el ámbito del Sector Educativo del MERCOSUR (ARCU-SUR, 2015). Desde el 2012, Colombia hace parte de este sistema que se constituye en un mecanismo de evaluación y acreditación regional de la calidad educativa. Para el caso de las Ingenierías, los criterios de calidad para la acreditación en alta calidad se establecieron en cuatro dimensiones a saber: Contexto Institucional, Proyecto Académico, Comunidad Universitaria, Infraestructura (ARCU-SUR, 2015).

En la actualidad, solo existe un programa de Ingeniería Industrial acreditado para nuestro país, por ARCU SUR, el cual pertenece a la Universidad del Norte. Sin embargo, existen otros programas de Ingeniería acreditados con este sistema; las Instituciones a las cuales pertenecen se muestran en la Tabla 6.

Tabla 6
Programas acreditados con este sistema con sus respectivas Instituciones educativas.

INSTITUCION DE EDUCACIÓN SUPERIOR	PROGRAMA ACADÉMICO
Escuela de Ingeniería Julio Garavito	Ingeniería Civil
Universidad del Valle	Ingeniería Eléctrica
Universidad del Norte	Ingeniería Industrial
Universidad Nacional	Ingeniería Química

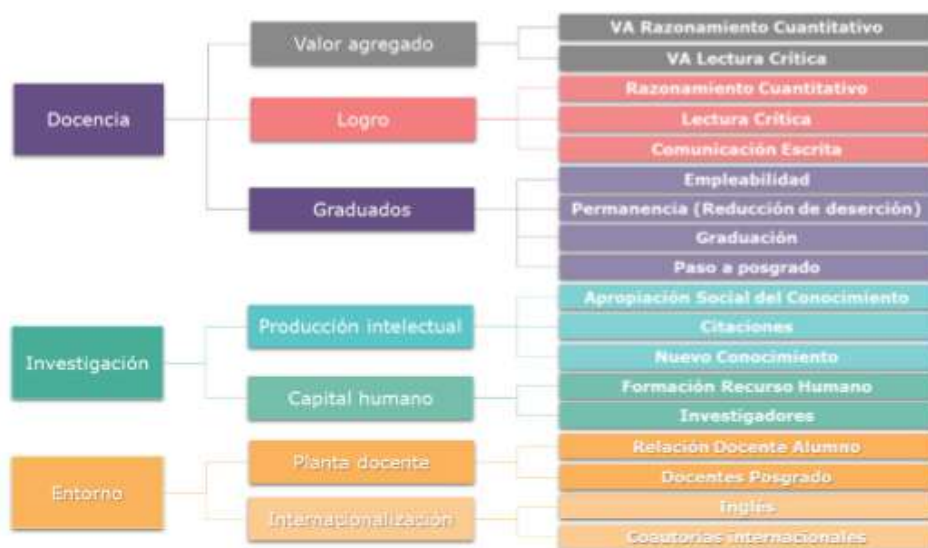
Fuente: (CNA, 2016)

Reconocimientos

Como se ha expuesto anteriormente las acreditaciones permiten certificar la alta calidad de los programas de Ingeniería Industrial. Sin embargo, existen otras alternativas para reconocer la calidad de los procesos educativos, tanto a nivel nacional como internacional. Algunas de estas alternativas se mencionan continuación:

Modelo de Indicadores de Desempeño de la Educación Superior (MIDE)

En el ámbito nacional, el Ministerio de Educación creó el Modelo de Indicadores de Desempeño de la Educación Superior (MIDE). El MIDE es un modelo multidimensional de la calidad educativa que se construye a través de 3 componentes, 7 dimensiones y 18 indicadores (MEN, 2018). Los componentes reflejan las funciones sustantivas de las Instituciones de Educación Superior. Las dimensiones son indicadores compuestos intangibles con un eje temático común. Los indicadores son mediciones precisas de resultados en un aspecto de la calidad. A continuación, se muestran las dimensiones utilizadas por el MIDE para evaluar la calidad de las Instituciones de Educación Superior:



Gráfica 6. Dimensiones utilizadas por el MIDE para evaluar la calidad de las Instituciones de Educación Superior

Fuente: (MEN, 2018)

Este modelo permite establecer un listado o Ranking de las mejores Instituciones de Educación Superior, de acuerdo con los resultados obtenidos en la evaluación de las diferentes dimensiones. Para el 2015, las 25 mejores universidades de Colombia fueron las siguientes: (AulaPro, 2017)

Tabla 8
Relacion de las 25 mejores universidades de Colombia

PUESTO	INSTITUCION DE EDUCACION SUPERIOR	¿OFERTA EL PROGRAMA DE INGENIERIA INDUSTRIAL?
1	UNIVERSIDAD DE LOS ANDES	SI
2	UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA	SI
3	COLEGIO MAYOR DE NUESTRA SEÑORA DEL ROSARIO	NO
4	UNIVERSIDAD DE LA SABANA	SI
5	UNIVERSIDAD EAFIT	SI
6	UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA	SI
7	PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA	SI
8	UNIVERSIDAD CES	NO
9	UNIVERSIDAD ICESI	SI
10	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	SI
11	UNIVERSIDAD DEL NORTE	SI
12	COLEGIO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE ADMINISTRACIÓN	NO
13	UNIVERSIDAD DEL VALLE	SI
14	UNIVERSIDAD EIA	SI
15	UNIVERSIDAD EXTERNADO DE COLOMBIA	NO

PUESTO	INSTITUCION DE EDUCACION SUPERIOR	¿OFERTA EL PROGRAMA DE INGENIERIA INDUSTRIAL?
16	UNIVERSIDAD DE CALDAS	NO
17	UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA	SI
18	UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA	SI
19	UNIVERSIDAD DEL CAUCA	NO
20	UNIVERSIDAD DE NARIÑO	NO
21	UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL	NO
22	UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS	SI
23	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BUCARAMANGA	SI
24	UNIVERSIDAD EL BOSQUE	SI
25	UNIVERSIDAD DE MEDELLÍN	SI

Fuente: (Aulapro, 2017)

Quacquarelli Symonds Word University Rankings (QS).

En el contexto internacional, existen una serie de clasificaciones que ordenan a las universidades en función de una serie de criterios preestablecidos de evaluación. Una de estas clasificaciones o rankings internacionales es el QS realizado por la firma inglesa Quacquarelli Symonds que utiliza seis métricas para evaluar y clasificar a las universidades (QS Word University Rankings, 2018). Estas métricas o criterios, con sus respectivas ponderaciones se presentan a continuación: Reputación Académica (40%), Reputación de Empleadores (10%), Citas Bibliográficas de Investigaciones (20%), Proporción de Estudiantes por cada Profesor (20%), Proporción de Docentes Internacionales (5%) y Proporción de Estudiantes Internacionales (5%). Considerando únicamente a las universidades latinoamericanas, son 12 las universidades colombianas que aparecen entre las 100 mejores de acuerdo con el Ranking QS de 2018. Estas universidades con sus respectivos puestos son:

Tabla 9
Listado de las 12 mejores universidades Colombianas que estan entre los 100 mejores segun el Ranking QS 2018

UNIVERSIDAD	PUESTO ENTRE LAS UNIVERSIDADES DE AMERICA LATINA SEGÚN LA CLASIFICACION QS
Unversidad de los Andes	8
Universidad Nacional	11
Universidad de Antioquia	17
Universidad Javeriana	46
Universidad del Valle	63
Universidad EAFIT	71
Universidad de la Sabana	73
Universidad Industrial de Santander	78
Universidad del Norte	89
Universidad Externado de Colombia	93
Universidad Pontificia Bolivariana	96

Fuente: (QS World University Rankings, 2018)

A excepción de la Universidad Externado de Colombia, todas estas universidades tienen dentro de sus programas académicos al de Ingeniería Industrial, por lo que es razonable suponer que dichos programas de alguna u otra forma también gozarían de este reconocimiento internacional.

Pares

En muchos países la evaluación del desempeño de las Instituciones Educativas se fundamenta en la medición de los logros alcanzados por los estudiantes, lo cual se evidencia en los puntajes promedios obtenidos en pruebas estandarizadas. De la necesidad de medir el crecimiento académico de los estudiantes a lo largo del tiempo, nace el concepto de valor agregado en educación, como indicador del desempeño de las Instituciones Educativas. El valor agregado en educación hace referencia al crecimiento que a lo largo del tiempo los estudiantes han obtenido en conocimientos, capacidades y habilidades (entre otros atributos), como producto de sus experiencias en una Institución Educativa. Según la OCDE, la medición del valor agregado puede servir para alcanzar los siguientes objetivos:

Iniciativas de Mejoramiento de las Instituciones, Rendición de Cuentas y Selección de las Instituciones.

En nuestro país el ICFES define el valor agregado de la siguiente manera: “El concepto de Valor Agregado (VA) hace referencia al logro o progreso de los estudiantes, en términos de aprendizaje. Es la diferencia entre el desempeño esperado, dependiendo su desempeño previo (Prueba SABER 11), y el desempeño observado (Prueba SABER PRO)”. En pocas palabras, el valor agregado compara los resultados de la población egresada de los diferentes programas académicos y las condiciones académicas con que ingresan.

Es así como, para realizar una medición equitativa del desempeño académico de las Instituciones, el ICFES ha creado una medida denominada valor relativo, que permite comparar Instituciones que atienden estudiantes influenciados por factores similares. El aporte relativo se puede definir como la diferencia que se da entre el nivel de desarrollo de determinada competencia observado en SABER PRO para sus estudiantes y el que se esperaría de ellos, según la estimación que se obtiene con cierto modelo de predicción, a partir de sus condiciones al inicio de la formación. (ICFES, 2017). Se puede deducir de la anterior definición que el aporte relativo es una modalidad de medición del valor agregado.

Teniendo en cuenta lo expresado y tomando como referencia a CECAR, los resultados de la medición del aporte relativo para el programa de Ingeniería Industrial de CECAR no se presenta de forma independiente, sino que se realizan de forma conjunta con el programa de Ingeniería de Sistemas, ya que estos dos programas conformarían el grupo de referencia de Ingeniería que se comparara con el mismo grupo de referencia de otras Instituciones Educativas de la vecindad. Esto, en otras palabras, significa que CECAR se incluye en esta vecindad de comparación por la similitud que tienen sus dos programas de Ingeniería con respecto a los programas de Ingeniería de las otras Instituciones Educativas.

Teniendo en cuenta lo anterior, según información del ICFES para el 2015, la vecindad de comparación de los Programas de Ingeniería de CECAR está constituido por 17 Instituciones de Educación Superior. Es decir, que las Ingenierías de la mencionada Corporación guardan similitudes con las Ingenierías de 16 Instituciones de Educación Superior

que son las siguientes: Uniagraria, Colegio Mayor de Antioquia, Universidad Santiago de Cali, Corporación Universitaria del Meta, Universidad del Tolima, Corporación Universitaria Autónoma del Cauca, Universidad Mariana, Universidad de la Guajira, Universidad de Boyacá, Corporación Universitaria Americana, Universidad Libre (Barranquilla), Escuela de Administración y Mercadotecnia del Quindío, Corporación Universitaria del Huila, Corporación Universitaria de la Costa (Hoy Universidad de la Costa) y Universidad Minuto de Dios (Bogotá).

Este análisis descriptivo del panorama nacional de los programas de Ingeniería Industrial evidencia que, para muchos aspectos, existe información que nos permite comprender el estado actual de esta Ingeniería en nuestro país, y que dicha información debería ser utilizada en aras no solo de mejorar la calidad del proceso de enseñanza de esta Ingeniería sino de evaluar continuamente el tipo de competencias que debe adquirir el futuro egresado. La calidad del proceso educativo de los programas de Ingeniería Industrial debería ser mejorada, teniendo en cuenta los resultados de las pruebas Saber Pro que, según estudios realizados para la mayoría de estudiantes de este programa a nivel nacional, son inferiores que los del promedio nacional (Jiménez Ramírez, Luzardo Briceño, & Núñez Rodríguez, 2016). Si bien es cierto que los resultados de las pruebas Saber Pro no son el único indicador de calidad que debe ser tenido en cuenta y que sus resultados deben ser analizados considerando otra serie de factores, es preocupante que los malos resultados presentados se constituyen en una alerta más, aún si se tiene en mente la gran cantidad de programas de Ingeniería Industrial existentes en Colombia. En cuanto a las competencias de los Ingenieros Industriales, estas deberían ser revisadas, porque en muchos programas ofrecidos se desdibuja el verdadero perfil ocupacional del Ingeniero Industrial enseñando saberes como Emprendimiento, Análisis Financiero, Procesos Administrativos, Sistematización, Gestión del Talento Humano, etc., que son propios de otras carreras, en especial la de Administración de Empresas, con la que muchos confunden a la Ingeniería Industrial. Tal y como lo señala Manuel Botero en su artículo “La Ingeniería Industrial, una profesión en búsqueda de la identidad perdida”, los aspectos que deben diferenciar a la Ingeniería Industrial de la Administración de Empresas en esencia son los siguientes (Botero, 2017).

- El uso del enfoque sistémico y de análisis de valor. El reconocimiento de este hecho ha conducido a que ya en muchas Universidades, la carrera se llame “Ingeniería Industrial y de Sistemas”, llamando “Ingeniería Computacional” a la tradicional “Ingeniería de Sistemas”
- El uso de modelos conceptuales y matemáticos que incluyen el componente probabilístico.
- La utilización de las Matemáticas y las Ciencias Básicas y aplicadas para los análisis y especialmente para el desarrollo de mecanismos de incremento de productividad.

Teniendo en cuenta lo anterior, es importante, entonces, utilizar de forma más eficaz la información que existe sobre Ingeniería Industrial y acerca de los programas de Ingeniería Industrial que operan en el país, de tal forma que cada Institución de Educación Superior planifique de manera adecuada el proceso educativo, buscando mejorar el crecimiento académico de los estudiantes.

Conclusiones

A pesar del gran número de programas de Ingeniería Industrial que en la actualidad están siendo ofrecidos en nuestro país, pocos actualmente son reconocidos como de alta calidad (19%), cumpliendo la mayoría con los requerimientos básicos de calidad que le permiten seguir operando en Colombia. Este panorama puede ser explicado por la alta inversión económica que exige un proceso de acreditación, que requiere, entre otros aspectos, mejorar las condiciones de los docentes, infraestructura para los programas, espacios de bienestar y tecnología. Esta alta inversión puede ser sufragada solo por algunas Instituciones privadas, cuyos costos de matrículas son relativamente altos, así como por aquellas de carácter público que reciben mayor apoyo por parte del Estado (Observatorio de la Universidad Colombiana, 2018). En otras palabras, la calidad educativa tiene un costo inherente que no puede ser pagado por una gran proporción de Instituciones Educativas y estudiantes en Colombia, país en donde aún el solo acceso a la Educación Superior es costoso para la mayoría de interesados.

Existe un acelerado crecimiento de los Programas de Ingeniería Industrial ofertados en Colombia a partir de la década de los 90, concentrándose la mayoría de ellos actualmente en los Departamentos de Cundinamarca, Antioquia, Valle, Santander y Atlántico. Aunque el inicio de la enseñanza de la Ingeniería Industrial en nuestro país obedeció a la industrialización del mismo, lo que derivó en la necesidad de una organización más eficiente de la producción y de una racionalización del trabajo, la proliferación de programas de Ingeniería Industrial atendió más el hecho de querer acaparar la alta demanda de estudiantes que deseaba estudiar la carrera, que a verdadero requerimiento de estos ingenieros por parte de las empresas. Lo anterior se deduce de lo expresado por el presidente de ACOFI, John William Branch, al afirmar que “La Ingeniería Industrial es un área con una buena oferta, pero también con retos y no hay una oferta variada y calificada para poder cumplir con las expectativas de los sectores y potencializar el desarrollo” (Velásquez, 2016).

La apertura de Programas de Ingeniería Industrial es atractiva para las Instituciones de Educación Superior ya que —como se anotó anteriormente— goza de una gran demanda de estudiantes y no requiere de mayores recursos de inversión para ser ofertados. Esto último explica, en parte, el rápido crecimiento del número de programas que funcionan en nuestro país. De lo anterior, se desprende la necesidad de estudiar más los requerimientos empresariales, en cuanto a la cantidad y competencias de los Ingenieros Industriales, que estas necesitan realmente para evitar la saturación de Ingenieros Industriales con competencias laborales desenfocadas.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la Corporación Universitaria del Caribe—CECAR, por la financiación de este trabajo investigativo.

Referencias

ARCU-SUR. (Mayo de 2015). CRITERIOS DE CALIDAD para la acreditación ARCU-SUR. Uruguay. Recuperado de <http://www.acofi.edu.co/wp-content/uploads/2016/07/Presentaci%C3%B3n-Criterios-de-Calidad-para-la-acreditaci%C3%B3n-ARCU-SUR.pdf>

- AulaPro. (30 de Agosto de 2017). MIDE 2017 - listado completo de las Mejores universidades de Colombia. MIDE 2017 - listado completo de las Mejores universidades de Colombia. Recuperado de <https://aulapro.co/noticias/ultimas-noticias/777-mide-2017-listado-completo-mejores-universidades-de-colombia>
- Botero, M. (22 de Septiembre de 2017). LA INGENIERIA INDUSTRIAL, UNA PROFESION EN BUSQUEDA DE LA IDENTIDAD PERDIDA. LA INGENIERIA INDUSTRIAL, UNA PROFESION EN BUSQUEDA DE LA IDENTIDAD PERDIDA. Bogota. Recuperado de <https://www.gerencie.com/la-ingenieria-Industrial-una-profesion-en-busqueda-de-la-identidad-perdida.html>
- CNA. (2016). EL SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DE LA EDUCACIÓN. 1-6. Colombia. Recuperado de <http://www.acofi.edu.co/wp-content/uploads/2016/12/1.-El-sistema-de-aseguramiento-de-la-calidad-de-la-educaci%C3%B3n.pdf>
- DANE. (15 de 02 de 2018). Pagina Web del DANE. Recuperado de Pagina Web del DANE: www.dane.gov.co/files/investigaciones/pib/departamentales/B_2005/Bol_dptal_2016provisional.pdf
- ICFES. (27 de Enero de 2017). Aporte relativo. Aporte relativo. Bogota. Recuperado de <http://www2.icfes.gov.co/investigadores-y-estudiantes-posgrado/valor-agregado-aporte-relativo/item/2173>
- ICFES. (02 de 03 de 2018). www.icfes.gov.co. Recuperado de <http://www.icfes.gov.co/investigadores-y-estudiantes-posgrado/valor-agregado-aporte-relativo/item/2173>: <http://www.icfes.gov.co/investigadores-y-estudiantes-posgrado/valor-agregado-aporte-relativo/item/2173>
- Infante Montaña, M., Fernández Ruano, L. M., Giraldo López, E., & Álvarez Garcés, G. V. (2012). Análisis de la relación entre oferta y demanda de ingenieros Industriales a través de la dinámica de sistemas. En X. C. Sistemas (Ed.), Memorias del X Congreso Latinoamericano de Diámica de Sistemas, (págs. 1-10). Buenos Aires.
- Jiménez Ramírez, M. A., Luzardo Briceño, M., & Núñez Rodríguez, J. (2016). Calidad educativa de los programas de Ingeniería Industrial en Colombia. XXVI Simposio Internacional de Estadística , (págs. 1-5). Sincelejo. Recuperado de <http://simposioestadistica.unal.edu.co/fileadmin/content/eventos/simposioestadistica/documentos/>

memorias/Memorias_2016/Comunicaciones/Estadistica_y_Educacion/Calidad_Programas_Ingenieria_Jimenez_Luzardo___Nunez.pdf

- MEN. (2018). Modelo de indicadores del Desempeño de la Educación - Documento Metodológico MIDE Universitario 2018. Recuperado de Colombiaaprende: [http://www.colombiaaprende.edu.co/ckfinder/userfiles/files/Documento%20Metodol%C3%B3gico%20MIDE%20U%202018\(1\).pdf](http://www.colombiaaprende.edu.co/ckfinder/userfiles/files/Documento%20Metodol%C3%B3gico%20MIDE%20U%202018(1).pdf)
- Ministerio de Educación Nacional. (3 de Septiembre de 2003). Decreto 2566 de Septiembre 10 de 2003. Por el cual se establecen las condiciones mínimas de calidad y demás requisitos para el ofrecimiento y desarrollo de programas académicos de educación superior y se dictan otras disposiciones. Bogotá, Colombia : Ministerio de Educación Nacional. Recuperado de https://www.mineduacion.gov.co/1621/articles-86425_Archivo_pdf.pdf
- Ministerio de Educación Nacional. (10 de Junio de 2010). Sistema de aseguramiento de la calidad de la educación superior - Ministerio de Educación Nacional de Colombia. Colombia : Ministerio de Educación Nacional. Recuperado de https://www.mineduacion.gov.co/1759/w3-article-235585.html?_noredirect=1
- Obsevatorio de la Universidad Colombiana. (23 de 04 de 2018). UNIVERSIA.EDU.CO. Recuperado de UNIVERSIA.EDU.CO: <https://universidad.edu.co/index.php/noticias/13716-2016-05-17-12-24-25>
- QS Word University Rankings. (08 de 06 de 2018). QS Top University. Recuperado de QS Top University: <https://www.topuniversities.com/university-rankings/world-university-rankings/2018>
- Revista Dinero. (5 de Mayo de 2017). ¿Por qué pocas universidades tienen reconocimiento de calidad? Recuperado de <https://www.dinero.com/edicion-impresa/caratula/articulo/que-es-el-reconocimiento-de-calidad-de-las-universidades/245929>
- Roa Valero, A. (2003). Hacia Un Modelo De Aseguramiento De La Calidad En La Educación Superior En Colombia: Estándares Básicos Y Acreditación De Excelencia. 1-13. Recuperado de https://www.cna.gov.co/1741/articles-186502_doc_academico8.pdf

- Rodríguez Valbuena , L. F. (2014). Campo de educación en Ingeniería Industrial en Colombia 1950-2000: Metodología para su abordaje. España: Editorial Académica Española.
- Rodríguez Valbuena, L. F. (2015). Educación en Ingeniería Industrial en Colombia desde las pedagogías y didácticas críticas. En L. F. Rodríguez Valbuena, Enseñanza de la literatura: Perspectivas contemporaneas (págs. 171-191). Bogotá, Colombia: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- SCI - ACOFI, A. C. (17 de 05 de 2018). Asociacion Colombiana de Facultades de Ingenieria. Recuperado de <http://www.acofi.edu.co/wp-content/uploads/2013/08/La-Ingenier%C3%ADa-Industrial.pdf>
- SNIES, S. n. (16 de 05 de 2018). SNIES. Recuperado de <https://snies.mineducacion.gov.co/consultasnies/institucion>
- Velásquez, L. M. (15 de Abril de 2016). En Colombia se necesitan 18.000 ingenieros más. El Colombiano . Recuperado de <http://www.elcolombiano.com/colombia/educacion/en-colombia-se-necesitan-18-000-ingenieros-mas-JM3970856>

Capítulo 5

PANORAMA INSTITUCIONAL DEL PROGRAMA INGENIERÍA INDUSTRIAL

Yony del Cristo Benedetti Romero¹
Angélica Torregroza Espinosa²
Luty Gomezcáceres³

Resumen

Este trabajo busca conocer cómo se encuentra el Programa de Ingeniería Industrial de la Corporación Universitaria del Caribe. Es un trabajo de tipo descriptivo, se realizó una búsqueda de información y selección y análisis de los documentos. Se pudo establecer el panorama del programa, su pertinencia en la región, la coherencia de las necesidades del entorno con el factor identitario del programa, concluyendo que el programa de Ingeniería Industrial de la Corporación Universitaria del Caribe es un programa que es pertinente con su misión y con los Plan Municipal y departamental.

Palabras clave: Factor identitario, programas de educación.

1 Ingeniero Industrial de la Universidad Autónoma del Caribe, con Maestría en Administración de Empresas. Estudiante de Doctorado en Proyectos de la Universidad Americana de Europa (UNADE). Profesor de tiempo completo de la Facultad de la Facultad de Ciencias Básicas, Ingeniería y Arquitectura de la Corporación Universitaria del Caribe—CECAR, Programa de Ingeniería Industrial. Correo: Yony.benedetti@cecar.edu.co

2 Ingeniera Agroindustrial, con maestría en Ciencias Agroalimentarias, Estudiante de Doctorado en Proyectos de la Universidad Americana de Europa (UNADE), docente tiempo completo de la Facultad de Ciencias Básicas, Ingeniería y Arquitectura de la Corporación Universitaria del Caribe—CECAR, Programa de Ingeniería Industrial. Correo: angelica.torregroza@cecar.edu.co

3 Bacterióloga, con Maestría en Agricultura en el trópico húmedo, Estudiante de Doctorado en Proyectos de la Universidad Americana de Europa (UNADE), docente tiempo completo de la Facultad de Ciencias Básicas, Ingeniería y Arquitectura de la Corporación Universitaria del Caribe—CECAR, Programa de Ingeniería Industrial. Correo: luty.gomezcaceres@cecar.edu.co

Abstract

This work seeks to know how is the Industrial Engineering Program of the Caribbean University Corporation. It is a descriptive type of work, a search for information and selection and analysis of documents was carried out. It was possible to establish the panorama of the program, its relevance in the region, the coherence of the needs of the environment with the identity factor of the program, concluding that the Industrial Engineering program of the Caribbean University Corporation is a program that is relevant to its mission and with the Municipal and Departmental Plan.

Keywords: Identity factor, education programs.

Introducción

La Ingeniería Industrial contribuye a la formación de un sistema, donde se busca la optimización de los procesos, a través del mejoramiento continuo de la actividad misional de las organizaciones. La Ingeniería Industrial une al hombre con la máquina y es esa unión la que permite el desarrollo de la industria, no solamente en los procesos productivos sino también gerenciales. Es así como la formación de un Ingeniero, que dé respuesta a las necesidades de su entorno, se vuelve la razón de los programas de Ingeniería ofertada en las Instituciones Universitarias

El presente trabajo trata de establecer el panorama del programa de Ingeniería Industrial de la Corporación Universitaria del Caribe—CECAR en el Departamento de Sucre, teniendo en cuenta aspectos relacionados con el estado actual del Programa, la Misión, la Visión, los objetivos y las apuestas nacionales y locales en materia de CteI. Asimismo, se tuvo en cuenta el factor identitario del Programa, su Justificación, la capacidad instalada, el talento humano y la relación que posee el plan prospectivo de CECAR con el Plan de Desarrollo del Departamento de Sucre y del Municipio de Sincelejo.

Metodología

Para el desarrollo de este trabajo se estableció un diseño de investigación no experimental, de tipo transaccional o transversal, con un alcance descriptivo. Se realizó un estudio documental y la recolección de información se efectuó entre febrero y junio de 2018

Fase 1: Búsqueda de Documentación

Se realizó una revisión de la documentación institucional, tanto del programa de Ingeniería Industrial como de otros documentos institucionales, que son pilares para la constitución de los programas académicos; se hizo una búsqueda en bases de datos.

Fase 2: Selección de los Artículos

Se seleccionaron documentos institucionales como PEI, PEP, Plan Prospectivo, Documento de Lineamientos Curriculares, Documento para Renovación de Registro Calificado haciendo una lectura exploratoria de los mismos, con el objetivo de establecer el estado actual del Programa, la relación del Programa con la Misión de CECAR, talento humano, capacidad instalada.

En esta fase se buscaron documentos como el Plan de Desarrollo Departamental y Municipal y documentos de las Naciones Unidas, entre otros. Se hizo filtro de los documentos, teniendo en cuenta aquellos que nos permitían establecer el estado actual del programa de Ingeniería Industrial.

Fase 3: Análisis de Resultados y Conclusiones de cada Artículo

Teniendo en cuenta las categorías de análisis ya mencionadas, se hizo el análisis de resultados de los documentos leídos, con miras a determinar el panorama a nivel local del Programa de Ingeniería Industrial.

Panorama local del Programa de Ingeniería Industrial de la Corporación Universitaria del Caribe - CECAR

Las exigencias sociales en el campo de la educación y la concreción del enfoque pedagógico del Programa y las políticas institucionales de Investigación, están orientadas hacia nuevas formas de producción del conocimiento, en las que el estudiante sea gestor y constructor de su aprendizaje. Frente a estos requerimientos, la Investigación se convierte en la alternativa que satisface en forma eficaz una educación moderna, ya que, a través de aprender investigando, el estudiante no recibe los conocimientos ya elaborados, sino que son construidos por él mismo. De ahí, la necesidad de fomentar otras formas pedagógicas, como son actividades de investigación permanente, que va articulado a la proyección social y el espacio libre que dispone el estudiante para potencializar actividades académicas, como tiempo de preparación de clases, estudio independiente, lecturas previas y posteriores, preparación de laboratorios, talleres y prácticas, redacción de informes y ensayos, preparación de exámenes, y otras, que se consideren necesarias para alcanzar las metas de aprendizaje.

El desarrollo de la cultura investigativa en el Programa se incorpora a nivel Macro y Micro con las políticas de Investigación que permiten a los estudiantes y docentes acceder a los desarrollos del conocimiento. El nivel Macro está dado por el Sistema de Investigación, creado mediante Acuerdo No.12 de Junta Directiva de diciembre de 1994; reestructurado y consolidado en el Acuerdo No. 029 de septiembre 21 de 1998 La Corporación cuenta con la Vicerrectoría de Ciencia, Tecnología e Innovación, que gestiona académica y administrativamente la investigación. Además, cuenta con el Comité Central de Investigación, presidido por el Director de Investigación y en el que participan los coordinadores de investigación e investigadores. El Comité Central es un órgano asesor y consultivo en materia de gestión y financiación de los proyectos de Investigación que tengan significación institucional y contextual. La formación investigativa a nivel Micro se facilita mediante una instancia denominada Comité de Investigación, el cual es presidido por el Decano.

Esta estructura y su normativa responde además a lo que estableció el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología—SNT, liderado por COLCIENCIAS a través del CONPES, y, posteriormente, el Decreto No. 591

de febrero de 1991, con su estrategia de regionalización, que se concreta en las Comisiones Regionales de Ciencia y Tecnología—CRCT y en la Ley 30 de 1992.

Factor identitario y su justificación

El programa de Ingeniería Industrial de CECAR forma profesionales competentes en la gerencia de cualquier sistema productivo, usando para ello criterios de sustentabilidad, optimalidad y productividad, de igual forma que apoya los diferentes procesos misionales de las organizaciones, que incluyen gestión de proyectos de Ingeniería, recursos humanos, sistemas logísticos y cadenas de suministros. De forma particular, un componente clave que contribuye al aumento de la productividad dentro de las organizaciones son los Sistemas Integrados de Gestión. Estos sistemas contribuyen al aumento en el desempeño de las organizaciones a través de sus procesos, lo cual se ve reflejado en el mejoramiento continuo de la calidad de los productos, o servicios de esta, en el cumplimiento de los objetivos organizacionales con eficiencia, eficacia y efectividad, y en la satisfacción de las necesidades, intereses y expectativas de los clientes-usuarios, partes interesadas y grupos de interés. Así pues, un buen diseño e implementación de proyectos que permitan la implementación de los Sistemas de Gestión de Calidad, Ambiental, de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional, se convierten en herramientas claves de un profesional capaz de mejorar la competitividad en una organización.

Dentro del programa de Ingeniería Industrial de CECAR, a través del análisis del proceso de prácticas profesionales, el estudio del impacto del egresado en el medio, y reuniones con egresados de este mismo programa, se ha evidenciado la necesidad inmediata, del sector productivo de la región, de contar con profesionales que diseñen, implemente y controlen sistemas de integrados de gestión en sus organizaciones. Esta situación impuso la necesidad de mejorar el perfil profesional del egresado de este Programa, ofreciéndole una mejor fundamentación en esta área.

Coherentemente con este panorama, el programa, posee en su propuesta curricular un énfasis especial en este tipo de sistemas, lo que se ve representado en la presencia de una subárea particular en Sistemas Integrados de Gestión, que trabaja de forma independiente, los Sistemas de Gestión de la Calidad, los Sistemas de Gestión en Seguridad y Salud para

el Trabajo, los Sistemas de Gestión Ambiental, el Control Estadístico de la Calidad y una electiva de profundización profesional en esta área.

Un aspecto importante para remarcar, es uno de los resultados encontrados en el análisis del estado de la educación en el área, el cual ubica como el único programa en Ingeniería Industrial ofertado en el Departamento de Sucre, lo que lo convierte en el protagonista principal de los procesos para aumentar la competitividad y productividad de las empresas de la región.

Luego de haber analizado, a través de la construcción del estudio de justificación del Programa de Ingeniería Industrial, primero, el estado de la educación en esta área, en los contextos nacional e internacional; segundo, la necesidades del país y la región; tercero, el diagnóstico de competitividad de la nación y la región; cuarto, la política pública estratégica de la nación y la región; quinto, el crecimiento del Programa de Ingeniería Industrial de CECAR; y sexto, los rasgos distintivos del Programa; se concluye el gran alcance que tiene este programa como fuente de soluciones, a través de la formación de profesionales en esta área, capaces de impactar positivamente la productividad y competitividad de la región a través de sus acciones, fundamentadas en una propuesta curricular coherente y pertinente en su entorno.

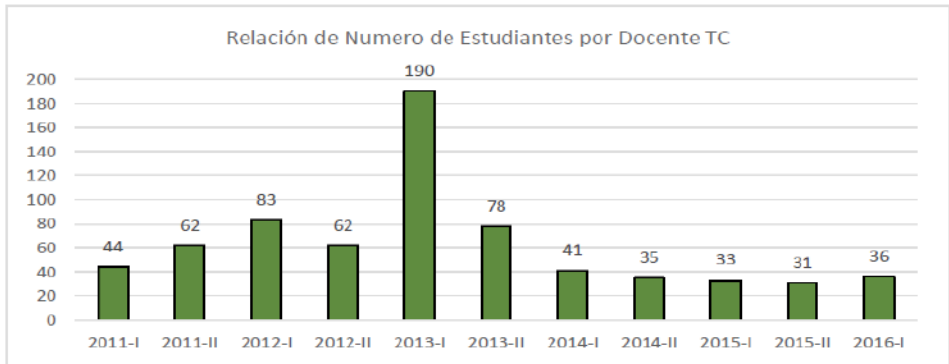
Talento Humano

El Talento Humano, como recurso, es el principal componente de un sistema empresarial y, como tal, detrás de este se encuentran los procesos, la tecnología y su estructura, los cuales conforman los sistemas funcionales en una empresa.

Resulta indiscutible que las personas son el activo más importante de las organizaciones; a través de ellos, podemos hacer real la Misión y la Visión posibilitando el direccionamiento estratégico lo cual es un factor primordial en los procesos gerenciales que es donde se planea todas las actividades, tareas y funciones de una empresa.

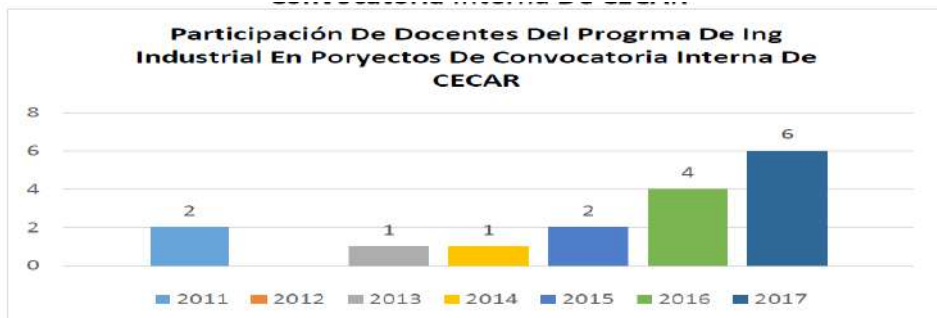
Para la Corporación Universitaria del Caribe—CECAR, en su Programa de Ingeniería Industrial, el personal docente ha representado un valioso aporte a la formación educativa de todos nuestros egresados. Es por eso, que hoy día destacamos el incremento que ha tenido la planta

de docentes del programa, pasando de cinco (5) docentes en el 2011 a diecinueve (19) docentes de tiempo completo en el 2016, permitiendo responder a los requerimientos del mercado estudiantil y mejorando la relación docente-estudiantes, de treinta y seis (36) estudiantes por cada docente, tal como se observa en la Gráfica 1.



Gráfica 1. *Relación del Número de Estudiantes por Docentes Tiempo Completo*
Fuente: *Registro Calificado Programa de Ingeniería Industrial*

Con lo relacionado a la formación docente del programa de Ingeniería Industrial, se ha ido aumentando la vinculación de docentes con maestrías, posibilitando ofrecer al mercado una calidad educativa acorde con las exigencias, a nivel nacional e internacional. Asimismo, esto viene jalonado el incremento de la participación y aprobación de proyectos en convocatorias internas de investigación realizada en la Corporación, dirigidos por docentes adscritos al programa de Ingeniería Industrial, tal como se muestra en la Gráfica 2.

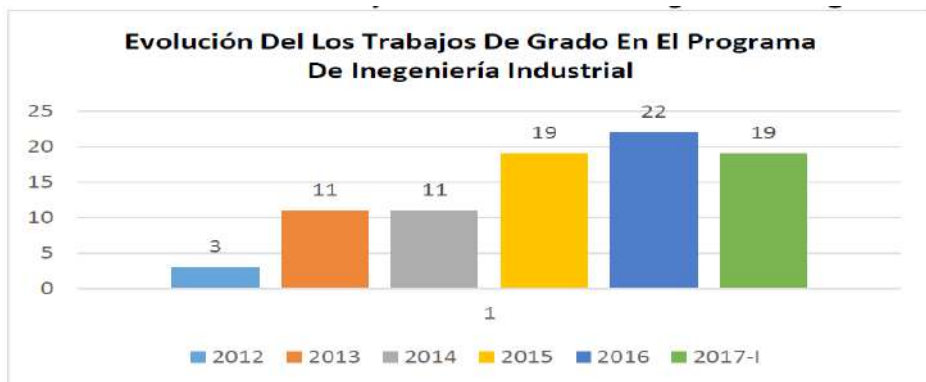


Grafica 2. Participación de Docentes del Programa de Ingeniería Industrial en Proyectos de Convocatoria Interna de CECAR

Fuente: Registro Calificado Programa de Ingeniería Industrial

Como se puede observar en la gráfica, los proyectos donde ha existido la participación docente han ido en aumento, pasando en el 2011 de dos (2) proyectos a seis (6) proyectos para el año 2017, y, a nivel de financiación, pasando de \$15.741.100 en el año 2013 a \$135.148.873 para el año 2017.

Es importante resaltar en el Programa de Ingeniería Industrial, la participación de los docentes como directores y codirectores en los trabajos de grados de los estudiantes, donde la evolución ha sido significativa, como se evidencia en la Gráfica 3.

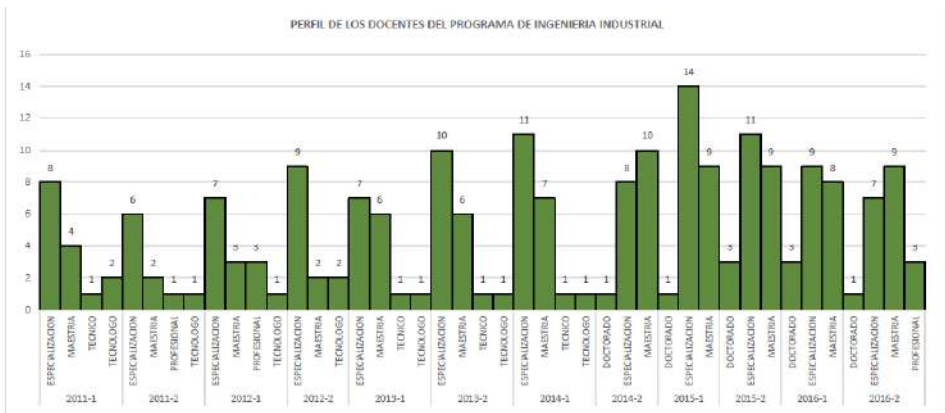


Gráfica 3. Evolución de los Trabajos de Grado en el Programa de Ingeniería Industrial

Fuente: Registro Calificado Programa de Ingeniería Industrial

Siguiendo esta misma tendencia, la participación de los estudiantes en semilleros de investigación toma cada día más fuerza. Es así como, actualmente, se cuenta en el Programa con cuatro semilleros de investigación activos —E-Prolog, Ingheurísticos, Lorg y Siagro— donde participan 10, 21, 6 y 2 estudiantes, de forma respectiva. Asimismo, la participación activa de los docentes del programa de Ingeniería Industrial. De estos semilleros se resalta la participación en la convocatoria nacional Red Colsi 2016-2017, en donde se logró participar con 3 proyectos asociados a estos semilleros. También es importante mencionar la participación de cinco estudiantes del Programa como Jóvenes Investigadores, así como la gran acogida que ha presentado la realización de trabajos de grado en donde actualmente se relacionan 36 en desarrollo.

Es de destacar, también, el nivel de formación de los docentes del programa de Ingeniería Industrial, donde se evidencia un aumento significativo en la vinculación de docentes con maestría y doctorado, y ha disminuido el número de docentes con especialización y nivel profesional, como se muestra en la Gráfica 4.



Gráfica 4. Perfil de los Docentes del Programa de Ingeniería Industrial
Fuente: Registro Calificado Programa de Ingeniería Industrial

Como se evidencia en la gráfica anterior, para el segundo semestre del año 2016 se encuentra vinculado al programa un docente con título de doctor; asimismo, tres (3) docentes especialistas y nueve (9) docentes con maestrías.

Requerimientos de formación de alto nivel y de cerramiento de brechas

La calidad del sistema educativo se forma desde la motivación al docente partiendo de la administración educativa, donde se busca poner en la praxis programas de alto nivel que sean eficaces en su ámbito laboral

La formación del docente, en el siglo XXI, es un reto que toda universidad posee, debido a los desafíos y desarrollo que se presentan en el mundo académico y empresarial. La constante formaciones y capacitaciones de nuevos saberes, y la adaptación a la tecnología es una de forma estratégica que el docente de este siglo debe asumir como herramienta praxeológica y útil para asumir los cambios y transformaciones que se experimentan en los sectores educativo y empresarial

Para la Facultad de Ciencias Básicas, Ingenierías y Arquitectura, la formación de Docentes del Programa de Ingeniería Industrial constituye un elemento prioritario para el desarrollo de sus actitudes, habilidades y conocimiento, los cuales se ofrecen y se visionan para un contexto globalizado. Estos procesos son acompañados y direccionados por la Vicerrectoría Académica de CECAR, donde la formación ha sido orientada principalmente hacia el fortalecimiento curricular, a través de conferencias, talleres y diplomados relacionados en temas como la actualización docente, la internacionalización de la educación, el currículo, los enfoques de aprendizaje y demás temas acordes al Programa. A continuación, relacionaremos las capacitaciones en los años comprendidos entre el 2013 y el 2017 en el Programa, como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1
Relación de Capacitaciones realizadas en el Programa de Ingeniería Industrial entre el 2013-2017

AÑOS	CAPACITACIONES
2013	Asesoría- Taller en Programa PSI de investigación formativa. 1 Taller sobre manejo de datos estadísticos a través de Software. 1 seminario- taller sobre redacción y elaboración de artículos científicos en revistas indexadas. 4 Talleres para manejo de plataforma CvLAC. 2 Talleres para manejo de plataforma GrupLAC
2014	I Semana de actualización científica Cursos: Gestión y financiación para la investigación Manejo de bases de datos y citación Propiedad intelectual y propiedad Industrial Aplicativos de Colciencias Análisis de datos cualitativos (Atlas.ti) Análisis multivariado Herramientas teóricas y metodológicas para la conformación de Semilleros de investigación La investigación como estrategia pedagógica
2015	II Semana de actualización científica Cursos: Bases de datos y catálogo en línea La Investigación como estrategia pedagógica (IEP) Propiedad intelectual y propiedad Industrial Análisis de escalamiento Óptimo, una alternativa y un complemento a otras técnicas multivariantes. Publicaciones de alto impacto
2016	Bases de datos científicas (Scopus, Science Direct, etc). Cómo publicar y ubicar los artículos en revistas de alto impacto.
2017	Conferencia internacionalización de la investigación y redes Seminario- Taller política nacional de Ciencia Tecnología e innovación. Conferencia diferencias y similitudes entre los conceptos de innovación. Diplomado sobre metodología de documentación y gestión de estudio de caso.

Relación con el Plan Prospectivo y el Plan De Desarrollo

La Ingeniería Industrial de la Corporación Universitaria del Caribe—CECAR tiene como objetivo fundamental propiciar la formación integral de profesionales en la Ingeniería Industrial con un alto sentido ético y humanista, comprometidos con el desarrollo sostenible de la región, con énfasis en los Sistemas Integrados de Gestión y desarrollo organizacional, sin perder de vista que formamos un profesional integral para un mundo globalizado, capaz de responder en diferentes contextos y con el propósito de participar activamente en el mejoramiento continuo de las empresas de la región y del país, mediante un currículo flexible, la utilización de normas, herramientas, tecnología y prácticas propuestas para tal fin, en concordancia con el *Proyecto Educativo del Programa Ingeniería Industrial, 2017*.

En el Plan Prospectivo de CECAR-2036, se estableció que las áreas requeridas para la formación profesional y de alto nivel en el Departamento de Sucre son:

- Turismo (mercado y diseño de productos eco turísticos, gestión comunitaria para la preservación y promoción de patrimonios naturales, gestión de alianzas público-privadas, desarrollo de estándares de calidad y mercadeo territorial).
- Agropecuario y Agroindustria (conservación de suelos y agua, manejo integrado de cultivo, trazabilidad, epidemiología vegetal, plantas agroindustriales, ingeniería de producción de productos lácticos y cárnicos).
- Minería e insumos para la construcción (seguridad en mina, manejo de explosivos, impacto ambiental, certificaciones, innovación para la producción basada en nuevos productos).

El Programa de Ingeniería Industrial de la Corporación Universitaria del Caribe—CECAR, según el Proyecto Educativo del Programa Ingeniería Industrial, 2017; tiene propósito de formación, propiciar la formación integral de profesionales en la Ingeniería Industrial con un alto sentido ético y humanista, comprometidos con el desarrollo sostenible de la región, con énfasis en los Sistemas Integrados de Gestión y desarrollo organizacional sin perder de vista que formamos un profesional integral para un mundo globalizado capaz de responder en diferentes contextos y con el propósito

de participar activamente en el mejoramiento continuo de las empresas de la región y del país. En el Programa, se viene trabajando en concordancia con el Plan Prospectivo, desde la academia y la investigación, en los sectores agropecuario-agroindustria y en la minería. Estos trabajos se ven representados en los proyectos de grado de los estudiantes de pregrado y en los proyectos de convocatoria interna.

Haciendo una lectura, el Plan de Desarrollo “Ciudad con Visión” del Municipio de Sincelejo (2016), se direcciona en los siguientes ejes:

1. Sincelejo, socia con equidad, inclusión y oportunidades.
2. Sincelejo, ciudad productiva y competitiva.
3. Ciudad amable con el medio ambiente, segura y ordenada
4. Transparencia, participación y cultura ciudadana para la transformación.
5. Ciudad-Región para el desarrollo y la paz.
6. Desarrollo rural integrado.

Como tal, estos ejes se encuentran articulados al Plan Prospectivo 2036 de CECAR, donde propone el incremento de proyectos con entidades gubernamentales, relacionando el Eje 2, el cual define a la ciudad de Sincelejo, como ciudad productiva y competitiva. Asimismo, teniendo en cuenta este eje, el Plan Prospectivo se articula con el aumento de proyectos con entidades privadas, donde se busca un acercamiento entre la academia con empresas privadas a través de asesorías, capacitación o servicios alternos prestados por la Corporación.

Otros de los escenarios donde se articula el Plan Prospectivo 2036 de CECAR, con el Plan de Desarrollo del Municipio de Sincelejo, es la visión de generar proyectos en Ciencia, Tecnología e Innovación a nivel del Departamento de Sucre y a nivel municipal, tendiendo a generar mayor competitividad a programas y proyectos de diferentes organismos gubernamentales y privados del Municipio de Sincelejo. Esto, acompañado a sí mismo en un incremento en la inversión de las TIC, generando herramientas tecnológicas de la informática y la comunicación que puedan ser utilizadas en pro del aprendizaje, facilitando crear, procesar y difundir

la información, para contribuir al desarrollo de habilidades y destrezas comunicativas en el ámbito empresarial y académico.

Es importante resaltar que, dado al Plan de Desarrollo Municipal (Alcaldía de Sincelejo, 2016) y a la gestión institucional del Plan Prospectivo de CECAR, este engranaje se lleva a cabo a través de la gestión de visitas empresariales, donde los estudiantes conozcan la aplicación de su carrera en la vida práctica, ya sea en un área administrativa u operativa de una organización.

Por otro lado, es preciso resaltar que el objetivo del Plan de Desarrollo del Departamento de Sucre (Gobernación de Sucre, 2016), donde cuenta con 788 proyectos prioritarios relacionados con la solución al desabastecimiento de aguas, vidas, generación de empleo, impulso a la productividad, innovación, cultura y deporte, entre otros.

Este Plan busca forjar el desarrollo productivo, competitivo y sostenible con acciones articuladas y contundentes de buen gobierno, para la construcción de una paz que apunte efectivamente a la superación de la pobreza, la inclusión social y la protección del medio ambiente. Estas acciones garantizarían impulsar desde la academia la práctica de estudiantes en pasantías, permitiendo que conozcan la realidad de las empresas en el ámbito laboral. Asimismo, la adquisición de experiencias y habilidades profesionales garantizándole una formación integra y creando vínculos con el sector externo. Consecuentemente, se tendría la oportunidad de realizar con la academia la gestión de proyectos con entidades públicas, la ampliación de proyectos en Ciencia, Tecnología e Innovación, la gestión de visitas a todas las empresas del Departamento y el incremento de las Tic, para generar así un posicionamiento sólido del Departamento de Sucre.

Entre las ideas principales del texto podemos expresar los siguientes puntos:

- A través de los planes de desarrollo municipal y departamental se fundamenta la Ingeniería Industrial en CECAR, para posibilitar el aumento de la productividad en la región.
- La formación de docentes en sus diferentes disciplinas básicas, tecnológica y profesional, posibilita a ser competentes a nivel global.

- El Talento Humano es el eje fundamental en el proceso educativo, que posibilita generar conocimiento para un contexto determinado.
- Es importante mantener una política de formación de alto nivel para el personal, que propicie generar conocimiento científico
- Generar retroalimentación, comparando los planes de desarrollo departamental y municipal en su ejecución, para conocer cómo se van articulando con el programa de Ingeniería Industrial de CECAR.

Resultados

Entre las ideas principales del texto podemos expresar los siguientes puntos:

- A través de los planes de desarrollo municipal y departamental se fundamenta la Ingeniería Industrial en CECAR, para posibilitar el aumento de la productividad en la región.
- La formación de docentes —en sus diferentes disciplinas básicas, tecnológica y profesional— posibilita a ser competentes a nivel global.
- El Talento Humano es el eje fundamental en el proceso educativo que posibilita generar conocimiento para un contexto determinado.

Discusión

- Es importante mantener una política de formación de alto nivel para el personal, que propicie generar conocimiento científico
- Generar retroalimentación, comparando los planes de desarrollo departamental y municipal en su ejecución, para conocer cómo se van articulando con el Programa de Ingeniería Industrial de CECAR.

Conclusiones

- El programa de Ingeniería Industrial de CECAR, hace un aporte importante a las organizaciones del Departamento de Sucre a través de sus egresados.
- Entre los años 2011 y 2017, se ha visto un aumento de docentes del programa en proyectos de convocatoria interna.
- Entre el año 2011 y 2017, se puede observar la participación activa de los estudiantes en trabajos de grado.
- Desde la Vicerrectoría Académica de CECAR se definen procesos de formación a docentes, constituyendo un elemento prioritario para el desarrollo de sus actitudes, habilidades y conocimiento.
- Existe articulación entre el Plan Prospectivo 2036 de CECAR y los Planes de Desarrollo del Municipio de Sincelejo y el Departamento de Sucre.
- Es necesario mantener la revisión permanente del Programa, a fin de garantizar que la formación de los estudiantes siempre obedezca a las necesidades del contexto nacional e internacional.

Referencias

- Alcaldía de Sincelejo (2016). Plan de Desarrollo 2016 – 2019 Ciudad con Visión Recuperado de <http://www.alcaldiadesincelejo.gov.co/Ciudadanos/ProyectosNormatividad/Plan de Desarrollo Municipal 2016 - 2019.pdf>
- Corporación Universitaria del Caribe [CECAR]. (2016). Plan Prospectivo 2036. Sincelejo: CECAR.
- Corporación Universitaria del Caribe [CECAR]. (2017). Plan de Desarrollo-PDI 2017-2021. Sincelejo: Cekar.
- Corporación Universitaria del Caribe [CECAR]. (2017). Proyecto Educativo Institucional. Sincelejo: CECAR.
- Corporación Universitaria del Caribe [CECAR]. (2017). Proyecto Educativo del Programa Ingeniería Industrial. Sincelejo: CECAR.institucional (PEI).

Gobernación de Sucre. PLAN DEPARTAMENTAL DE DESARROLLO DE SUCRE 2016 - 2019 “SUCRE PROGRESA EN PAZ”, Pub. L. No. Ordenanza N° 009, 233 (2016). Recuperado de http://sucre.micolombiadigital.gov.co/sites/sucre/content/files/000023/1140_plan-departamental-de-desarrollo-20162019.pdf



Edición digital
Enfoques, Teorías y Perspectivas de la Ingeniería Industrial y sus Programas Académicos
Octubre de 2018
Sincelejo, Sucre, Colombia

Enfoques, Teorías y Perspectivas de la Ingeniería Industrial y sus Programas Académicos



El presente trabajo pretende hacer una aproximación a los fundamentos y origen de la ingeniería industrial, y, de esa manera, poder evidenciar su desarrollo y la importancia que ha ido adquiriendo en el desarrollo de la industria. Esta investigación se realizó por el interés de tener a disposición de la comunidad de la Corporación Universitaria del Caribe - CECAR, un documento que se constituya en una herramienta para introducir al estudiante en el ámbito que ejercerá profesionalmente e, igualmente, le permita ver la necesidad de la formación y dominio en detalle que debe tener en las distintas ramas.