



Año 25 No. 4
Número especial, 2020

Revista Venezolana de Gerencia



UNIVERSIDAD DEL ZULIA (LUZ)
Facultad de Ciencias Económicas y Sociales
Centro de Estudios de la Empresa

ISSN 1315-9984

Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons
Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 3.0 Unported.
http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/deed.es_ES

Estudio bibliométrico y prospectivo de la ingeniería industrial en América Latina: una revisión de la literatura y futuras tendencias*

Herrera Vidal, German**
Carrillo Landazábal, Martha Sofía***
Cohen Padilla, Harold Enrique****

Resumen

En un mundo globalizado con economías aceleradas, el contexto empresarial y universitario debe incursionar en la búsqueda de nuevas metodologías que permitan mejorar y estar a la vanguardia del contexto internacional. En este sentido, el objetivo de este artículo es analizar la evolución y tendencias de la ingeniería industrial en América Latina, a través de un estudio bibliométrico y prospectivo. La investigación está basada en mecanismos exploratorios de fuentes bibliográficas y revisión de la literatura sobre la disciplina. La metodología planteada se basa en tres etapas fundamentales (i) Estudio bibliométrico, (ii) Revisión de la literatura y (iii) Futuras tendencias. Entre los resultados obtenidos se encontró que la ingeniería industrial es una disciplina predominante en el tiempo, con alto auge investigativo en América latina. Se concluye que presenta un

Recibido: 03-08-20

Aceptado: 02-10-20

* Se agradece la amable colaboración a la Fundación Universitaria Tecnológico Comfenalco (FUTC), y al Grupo de Investigación Ciptec, por el apoyo de su grupo académico y científico.

** Magíster en Ingeniería con énfasis en Industrial (UTB, Colombia). Docente Investigador del Grupo de Investigación CIPTEC. Fundación Universitaria Tecnológico Comfenalco. Colombia. Programa de Ingeniería Industrial. Email: herreravg@tecnocomfenalco.edu.co, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0152-6712>

*** Maestría en Administración (ITESM – UNAB) Docente investigador Programa de Ingeniería Industrial. Fundación Universitaria Tecnológico Comfenalco–Cartagena. Colombia. Y Grupo de Investigación en Procesos de la Industria Petroquímica. E-mail: marthacarrillo2007@gmail.com, invest.industrial@tecnologicocomfenalco.edu.co, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5446-9010>

**** Maestría en Ingeniería de Confiabilidad y Riesgo (Universidad la Palma de la Gran Canaria). Docente investigador del Grupo de Investigación CIPTEC. Fundación Universitaria Tecnológico Comfenalco. Colombia Programa de ingeniería industrial E-mail: hcohen@tecnocomfenalco.edu.co, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6394-790X>

escenario habilitador hacia futuras tendencias, considerando la aplicación de tecnologías avanzadas y metodologías modernas, con aplicabilidad en las universidades e industrias.

Palabras clave: ingeniería industrial; estudio bibliométrico; futuras tendencias; américa latina

Bibliometric and prospective study of industrial engineering in Latin America: a review of the literature and future trends

Abstract

In a globalized world with accelerating economies, the business and university context must venture into the search for new methodologies that allow us to improve and be at the forefront of the international context. In this sense, the objective of this article is to analyze the evolution and trends of industrial engineering in Latin America, through a prospective bibliometric study. The research is based on exploratory mechanisms of bibliographic sources and a review of the literature on the discipline. The proposed methodology is based on three fundamental stages (i) Bibliometric study, (ii) Literature review and (iii) Future trends. Among the results obtained, it was found that industrial engineering is a predominant discipline at the time, with a high research boom in Latin America. It is concluded that it presents an enabling scenario towards future trends, considering the application of advanced technologies and modern methodologies, with applicability in universities and industries.

Key words: industrial engineering, bibliometric study, future trends, latin america

1. Introducción

El mundo actual ha obligado a los países a transformar sus economías, desde el contexto empresarial algunas tienen la capacidad de poder mantener el ritmo, adaptarse, prosperar y mantenerse en el creciente mundo incierto, todo esto gracias a que tienen la capacidad de analizar, anticiparse y comprender la tendencia y todos los futuros cambios que se avecinan en el entorno (Vidal y Vega, 2016).

La competencia es acelerada como apunta en el Informe sobre el Desarrollo Industrial 2016 de las Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONU DI, 2015) "El rol de la tecnología y la innovación en el desarrollo industrial inclusivo y sostenible", por lo que los países no pueden depender exclusivamente los recursos naturales y de sectores tradicionales para mantener el crecimiento, generar empleo y competir.

Dado lo anterior, es necesario

que la tecnología que hace parte de los procesos productivos sea cada vez más eficientes, de tal forma que permita un crecimiento de la competitividad de países y una reducción en las fluctuaciones del mercado. El cambio estructural, es decir, la transición del uso intensivo de la mano de obra al uso intensivo de la tecnología en la economía, impulsa el desarrollo económico. De esta manera, los países de bajos ingresos adquieren las capacidades necesarias para la convergencia económica y reducir la brecha respecto de los ingresos per cápita de los países de altos ingresos (ONUDI, 2015).

La globalización hace que las empresas cada vez sean más competitivas y busquen aumentar la demanda una mayor y mejor calidad en los procesos productivos y de servicio, usando una tecnología de punta, y un uso adecuado de los conceptos de eficiencia y la eficacia en todos los requisitos en los procesos. Los estudiantes de ingeniería industrial algunas veces no identifican su rol en el desarrollo productivo del mundo, de acuerdo a algunos estudios realizados por Rondstad Professionals, así como el informe de Europa 2020, el cual considera que la ingeniería industrial es y seguirá siendo una de las ingenierías de mayor demanda para el sector empresarial (COIIAOC, 2015). A lo anterior, hay que sumarle que los profesionales de ingeniería industrial son formados no solo para implementar la tecnología y la innovación, sino para mejorarla con miras a aportar al desarrollo sostenible de las empresas, haciéndolas más competitivas.

Dado lo anterior, el objetivo es analizar la evolución y tendencias de la ingeniería industrial en América Latina

a través de un estudio bibliométrico y prospectivo. De esta manera, la investigación está basada en mecanismos exploratorios de fuentes bibliográficas y revisión de la literatura sobre la disciplina.

2. Fundamentos teóricos sobre la Ingeniería industrial como disciplina: aspectos relevantes

Inicialmente se parte de la definición de lo que es un ingeniero, para Elsayed, (1999:415) un ingeniero es un profesional que utiliza los conocimientos fundamentales de las ciencias físicas y sociales y las matemáticas para diseñar y construir productos y servicios útiles que mejoren la calidad de vida de la humanidad. A partir de esto cabe resaltar que existen diferentes tipos de disciplinas entorno a la ingeniería. De acuerdo con National Research Council: (US:1985) la ingeniería civil fue la primera disciplina de ingeniería en alcanzar un estatus profesional en los Estados Unidos, luego a mediados de los años 1800, surge la ingeniería mecánica gracias a la experimentación en la producción de armamentos, dada la necesidad de máquinas y herramientas sofisticadas.

En el transcurrir del tiempo, empezaron aparecer nuevas necesidades y demandas de productos, nace la ingeniería minera y metalúrgica, después de esto comienza a surgir un nuevo énfasis en la ciencia y la ingeniería y aparece la ingeniería eléctrica, química y la ingeniería industrial. Todos esos cambios generados desde la misma sociedad brindaron las pautas a que se desarrolle toda una revolución el cual cambia el paradigma económico basado

en la producción del campo hacia una producción de tipo industrial. De acuerdo con Salvendy (2001:153), es aquí donde nacen los pioneros, científicos e investigadores que aportan los primeros conceptos de ingeniería industrial como son: Fredrick Taylor, Henry Gant, Frank y Lillian Gilbreth y Henri Fayol.

Según se indica en el portal web del instituto de ingenierías industrial y de sistemas (www.ienet.org) la definición del Instituto de Ingenieros Industriales (IIE) establece que:

“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 y aptitudes especializados en las ciencias matemáticas, físicas y sociales, junto con principios y métodos de análisis y diseño de ingeniería para especificar, predecir y evaluar los resultados que se han de obtener de tales sistemas”.

Más recientemente Romero, (2006:59), definen la ingeniería industrial como la disciplina dedicada al diseño, la innovación, el mejoramiento, y la administración de sistemas integrados de diferentes recursos, para la producción eficiente y eficaz de sistemas de manufactura y servicios.

De acuerdo con Dastkhan and Owlia (2009:8), la segunda guerra mundial fue otro hito en la historia de la ingeniería industrial, debido a la creciente necesidad de los industriales de poder tener una mayor eficiencia en los sistemas de producción, esto condujo a la creación de nuevos métodos como el estudio del tiempo, la ingeniería de métodos, la investigación de operaciones y el control de calidad. De igual forma los avances tecnológicos, la aparición de la primera computadora brindó a los ingenieros industriales la oportunidad

de mejorar la eficacia mediante técnicas cuantitativas como la simulación, investigación de operaciones, el control de los procesos de mecanizado, los sistemas de información de gestión, la planificación del diseño y el control de calidad estadístico.

Dado lo anterior, surgen interrogantes en materia sobre cuál sería la tendencia y la prospectiva que se puede tener de la ingeniería industrial a futuro. Para esto el artículo presenta una revisión de literatura respecto a la ingeniería industrial. El tipo de investigación es de carácter explicativo, donde se muestran diferentes campos en las cuales se han desarrollado investigaciones. De la misma forma, se desarrolla un análisis bibliométrico acerca de la cantidad de publicaciones por año, según las bases de datos, los tipos de publicaciones, autores, países e idioma. En este contexto, se evidencia la necesidad de generar investigaciones de apoyo que permitan vislumbrar nuevos horizontes y soportar la toma de decisiones en entidades relacionadas con dicha disciplina.

La presente revisión de la literatura tiene como objetivo el analizar la disciplina puntual de la ingeniería industrial, considerando algunos elementos claves para su estudio como son: como una breve historia, áreas de conocimiento, competencias de un ingeniero industrial y la visión de la ingeniería industrial desde la enseñanza.

• **Breve historia de la Ingeniería Industrial**

A principio de siglo XX empiezan a aparecer los primeros escritos sobre la disciplina de la ingeniería industria,

esto abordaban estudios que tenían que ver con el diseño ergonómico de herramientas destinadas para el corte de metales, buscando así una mejora en la eficiencia de los procesos. De acuerdo Hicks (1994:23) y Taylor (1947:82) Frederick W. Taylor es considerado el padre fundador de la disciplina de la ingeniería industrial, gracias a sus estudios preliminares de esfuerzos y de tiempo al momento de desarrollar las operaciones. Dado lo anterior aparecen de manera formal los estudios fundamentados en los métodos y diseño del trabajo. Consecuente a esto, de acuerdo con Elsayed, (1999:421) este proceso también fue apoyado por los esposos Frank Gilberth y Lillian Moller Gilberth, quienes de forma colaborativa brindaron aportes en sus trabajos, mediante el análisis de estudios de movimientos y de tiempos. Cabe resaltar que estos estudios aún siguen vigentes y siguen ofertándose a manera de cursos en la comunidad universitaria.

Un gran avance lo enmarca la aparición de la nueva computadora, lo que permitió para el ingeniero industrial poder analizar y evaluar los sistemas de una manera eficiente, de acuerdo con Vega, (2001:123) todo este desarrollo permitió la generación de nuevos programas informáticos y operacionales, con capacidades de modelización, análisis y diseño.

- **Áreas de conocimiento de la Ingeniería Industrial**

Es de vital importancia revisar cuales son las áreas de conocimiento de la ingeniería industrial, debido a que esta es interdisciplinaria, por tal motivo incluye una variedad de campos en la cual puede desarrollarse. En un trabajo desarrollado por Feorene, (1982:142)

aplicado a ingenieros industriales de distintas empresas logro determinar once (11) áreas de conocimiento específicas como: (i) Planificación y diseño de instalaciones, (ii) Ingeniería de métodos, (iii) Diseño de sistemas de trabajo, (iv) Ingeniería de producción, (v) Sistemas de información y control de gestión, (vi) Análisis y diseño de la organización, (vii) Análisis económico, (viii) Investigación de operaciones, (ix) Mediciones de trabajo, (x) Administración de salarios y (xi) Aseguramiento de la calidad.

De acuerdo con Biles (1991:208) en esas áreas de conocimiento planteadas por Feorene (1982) faltó considerar un área importante como lo es las tecnologías modernas, destacándose dentro de estas, (i) la fabricación justo a tiempo, (ii) los sistemas de fabricación flexible, (iii) la manufactura integrada por computadora, (iv) la fabricación por células de manufactura, (v) técnicas de inteligencia artificial y (vi) técnicas de simulación. Dado lo anterior Biles (1991:210) mediante un estudio a comienzos de la década de los años 90, propone diez (10) áreas de conocimiento: (i) Costos y economía de la ingeniería, (ii) Procesamiento de datos y sistemas de información, (iii) Planificación y diseño de instalaciones, (iv) Rendimiento humano, (v) Sistemas Modernos de Manufactura, (vi) Manejo de materiales, (vii) Producción y control de inventario, (viii) Control de calidad, (ix) Métodos cuantitativos y (x) Medición del trabajo e ingeniería de métodos.

Más recientemente, Lima (2012:75) mediante un trabajo de investigación desarrollado en distintas universidades de Europa, propuso trece (13) específicas (i) Gestión de la producción, (ii) Automatización, (iii) Calidad, (iv) Economía Ingeniería, (v) Investigación de operaciones, (vi)

Informática y sistemas de información, (vii) Ergonomía y factores humanos, (viii) Logística, (ix) Mantenimiento, (x) Gestión de proyectos, (xi) Sostenibilidad, (xii) Diseño del producto, y (xiii) Simulación.

Consecuentemente, de acuerdo con Ireland Industrial Engineering Standards in Europe (IESE) en 2012, en Europa se propone un estándar de áreas para la ingeniería industrial, conformada por ocho (8) campos como son: (i) Investigación de operaciones, (ii) Ingeniería de Sistemas de Manufactura, (iii) Sistemas de Gestión, (iv) Ingeniería de Factores Humanos, (v) Innovación y (vi) Tecnología y Medio Ambiente/ Sostenibilidad, (vii) Gestión de proyectos y (viii) Gestión de calidad.

• **Competencias de un Ingeniero Industrial**

En este apartado se tienen en cuenta aquellas habilidades, destrezas y capacidades que debe tener un profesional en ingeniería industrial para poder cumplir con sus funciones desempeñadas, considerando las diversas áreas de conocimiento. De acuerdo con Billings et al, (2001: 222) en su trabajo de investigación identificaron ocho (8) competencias que deben estar implícitas en un ingeniero industrial, tales como: (i) ser flexible, pero centrado, (ii) aplicar los conceptos de la ingeniería industrial a los problemas del mundo real, (iii) comprender el panorama general, es decir, cómo las iniciativas de cambio afectan a la organización en su conjunto, (iv) comprender y analizar con precisión los procesos actuales, (v) gestionar el cambio, (vi) hacer un seguimiento de la aplicación, (vii) ser creativo y (viii) comunicarse con claridad.

En otro estudio más reciente

desarrollado por Mesquita et al, (2015: 32) proponen unas series de competencias basadas en una revisión de la literatura, refinadas en dos tipos de vectores como son las competencias técnicas y transversales. Entre las ocho (8) competencias técnicas se encuentran: (i) Análisis y diagnóstico de sistemas de producción, (ii) Diseño de sistemas de producción, (iii) Planificación de los procesos de producción y de los proyectos, (iv) Vigilancia y control de los procesos y rendimiento del sistema de producción, (v) Desarrollo de proyectos, implementación de sistemas, aplicando métodos y procedimientos, (vi) Evaluación de los sistemas y procesos de producción, (vii) Describir, comparar y seleccionar tecnologías, métodos y paradigmas, y (viii) Articulando objetos de conocimiento de varios áreas.

Entre las once (11) competencias transversales aparecen: (i) Competencias de comunicación, (ii) Trabajar en entornos de incertidumbre, (iii) Competencias de trabajo en equipo, (iv) Capacidad para resolver problemas, (v) Competencias de liderazgo, (vi) Innovación, (vii) Competencias de planificación y organización, (viii) Ética profesional, (ix) Capacidad de tomar decisiones, (x) Conocimiento de idiomas extranjeros, y (xi) Iniciativa empresarial.

• **La Ingeniería Industrial desde la enseñanza**

Según Chen et al, (2015: 191) Les importante considerar desde la enseñanza los contenidos de mecánica y las altas tecnologías. En el cuadro 2 se evidencia una relación de las distintas temáticas que abarcan cada uno de los campos.

Cuadro 2

Relación del tipo de temática por campo asignado

| | |
|---|--|
| Las matemáticas, física y mecánica | Elsayed (1999:418) |
| La capacidad de innovación | Cropley and Cropley (2000) |
| Altas tecnologías de la información | Paté-Cornell (2001a) |
| Las tendencias de la competencia y la globalización | Paté-Cornell (2001b) |
| La solución de los problemas sociales y humanos | Grimson (2002) ; Kuo and Deuermeyer (1998) |
| La mejora de sistemas integrados | Romero, et al, (2006) |

Fuente: elaboración propia

En el cuadro 3 se evidencian algunos criterios o factores determinantes de transformación en los planes de cursos para la enseñanza de la ingeniería industrial. Adicional a esto Phillips (1989:42) para el desarrollo de

los planes de cursos de la ingeniería industrial se hace importante abarcar tres campos relacionados entre sí como son: (i) Ingeniería de producción, (ii) Ciencias operacionales y (iii) Factor humano y ergonomía.

Cuadro 3

Relación de criterios de transformación de planes de cursos

| Campos | Tipos de temáticas |
|------------------------------|---|
| Ingeniería de producción | Procesos de fabricación Sistemas de fabricación Control de procesos computarizados Planificación y diseño de instalaciones Planificación y control de la producción Control de calidad Control de inventario Mejora del producto |
| Ciencias operacionales | Sistemas de información y control Análisis y diseño de la Organización Análisis económico Investigación operativa Gestión de proyectos Control de costos y normas Mantenimiento preventivo |
| Factores humanos y ergonomía | Medición del trabajo Ingeniería de métodos Diseño del sistema de trabajo Ingeniería Administración de salarios Programas de seguridad Programas de entrenamiento |

Fuente: elaboración propia

3. Evolución y futuras tendencias de la Ingeniería industrial

La evolución es sinónimo de cambios o transformaciones puntuales, por lo que de acuerdo a Tomory (2016:152), el término Revolución Industrial fue nombrado por Arnold Toynbee a finales del siglo XIX haciendo alusión al cambio económico producido en Gran Bretaña en ese tiempo. Según Carvalho et al, (2018:671) las revoluciones de tipo industrial han generado cambios notorios en diferentes procesos de sistemas de manufactura.

De igual forma, para Da Rosa et al, (2020), la Revolución Industrial caracteriza un enorme cambio en la

forma en que los seres humanos realizan su fabricación, negocios o cualquier otra acción industrial, entre estas se encuentran cuatro (4) fases: (i) La industria 1.0 como los intentos iniciales hacia la mecánica, (ii) La industria 2.0 como el período de la electricidad, (iii) La industria 3.0 como escenario de las tecnologías informáticas y (iv) La industria 4.0 como fase actual asociada a los sistemas ciber físicos, relacionados con la robótica, así como también el llamado internet de las cosas. En el cuadro 4 se pueden evidenciar distintos cambios significantes que se han presentado en un ambiente de tipo industrial, considerando cada una de las revoluciones industriales en sus cuatro (4) fases.

Cuadro 4
Evolución en el ambiente industrial

| Evolución | Periodo | Representación | Cambio en el ambiente industrial |
|---------------|---|---|--|
| Industria 1.0 | Finales del siglo XVIII y comienzos del siglo XIX | Vinculación de motores de vapor en la producción | <ul style="list-style-type: none"> • Cambio radical de una sociedad agrícola a una sociedad industrial (Carvalho et al, 2018). • Cambio de una producción manual a producción mecanizada (Taylor, 2015) • Cambio en la logística de transporte, pasando de una tracción animal a ferrocarril (Schwab, 2017). • Disminución de los costos comerciales generales (Stern, D. and Kander, A, 2012). • Desplazamiento de tareas manuales a ser guiadas por máquinas. (Two Centuries of Revolutionary Change, 2020) |
| Industria 2.0 | Comienzos del siglo XIX a finales del siglo XIX | Electricidad para las líneas de montaje y la producción en masa | <ul style="list-style-type: none"> • Cambio del dominio de las comunidades agrícolas regionales a comunidades conectadas orientadas a la industria (Engelman, 2015) • Nuevos y avanzados métodos de gestión de la producción para el progreso de la calidad y los productos (Howard, 2018) • Nueva fuente de energía en la producción en masa (Schwab, 2017) • Desarrollo de la logística de transporte gracias a la invención de los primeros automóviles y aviones (Engelman, 2015) |

Cont... Cuadro 4

| | | | |
|---------------|---|---|---|
| Industria 3.0 | A mediados del siglo XX a comienzos siglo XXI | Tecnologías informáticas que forman la automatización | <ul style="list-style-type: none"> • Mejor precisión, un mayor ritmo y una disminución del esfuerzo (Howard, 2018). • Adopción generalizada del control numérico computarizado, las tecnologías de diseño asistido por computadora y de los robots industriales (Feng et al, 2001) |
| Industria 4.0 | Comienzos de la segunda década del siglo XXI | Aplicación de tecnologías avanzadas en sistemas ciber físicos | <ul style="list-style-type: none"> • Cambio hacia un enfoque de fábrica inteligente (Industry Innovation Movement 3.0, 2014). • Cambio hacia un enfoque de internet de las cosas (Industrial Internet, 2020). • Digitalización de la producción (Rojko, 2017). • Utilización eficaz de máquinas y dispositivos interconectados (Industrial Internet Consortium, 2017). • Modernización de los procesos y procedimientos de fabricación (Industrie du Futur, 2017) • La computación en la nube y el BPM (Gestión de procesos empresariales) (Jasperneite, 2012) y (Hermann et al, 2016). |

Fuente: elaboración propia

Haciendo un estudio de futuras tendencias de la ingeniería industrial, si se tiene en cuenta que la globalización de la economía y la necesidad de responder de una mejor y más rápida manera a las restricciones impuestas por el mercado, han inducido a las empresas a abandonar las “rigideces” propias de los sistemas técnicos y organizativos de Taylorismo, a buscar nuevas estrategias de producción y organización del trabajo basadas en la introducción del criterio de flexibilidad y de nuevas tecnologías Vásquez (2015:93). Las “filosofías gerenciales” basadas en la manufactura esbelta y seis sigmas, propias de talla mundial, no deben encasillarse en ejes temáticos específicos, pues se fundamentan en la aplicación integral de “principios rectores” de ingeniería industrial como minimización del desperdicio, economía de movimientos, eficiencia y productividad, por consiguiente, la estrategia de investigación formativa en trabajos de grado debe ser interdisciplinaria entre áreas problemática (Caro y Navarro, 2010).

De acuerdo con Herrera (2019:30), esta filosofía reúne diferentes metodologías las cuales ofrecen a las organizaciones aumentar su productividad y mejorar el flujo de la cadena de valor de sus procesos, mediante la eliminación de estas mudas, tales como: (i) Value Stream Mapping o Mapa de la Cadena de Valor – VSM. (ii) Flexible Work Systems o Sistema de Trabajo Flexible. (iii) Cinco Eses - 5'S's. (iv) Kaizen o Mejoramiento Continuo. (v) Single Minute Exchange Die o cambios de referencia – SMED. (vi) Total Productive Maintenance o Mantenimiento Productivo Total – TPM, entre otros.

Desde un entrono práctico industrial la aplicación de la filosofía de manufactura esbelta en Europa se está realizando en empresas multinacionales que tienen su sede principal en el extranjero y está empezándose a aceptar por muchas compañías propias del continente, (Ibarra-Balderas y Ballesteros-Medina, 2017).

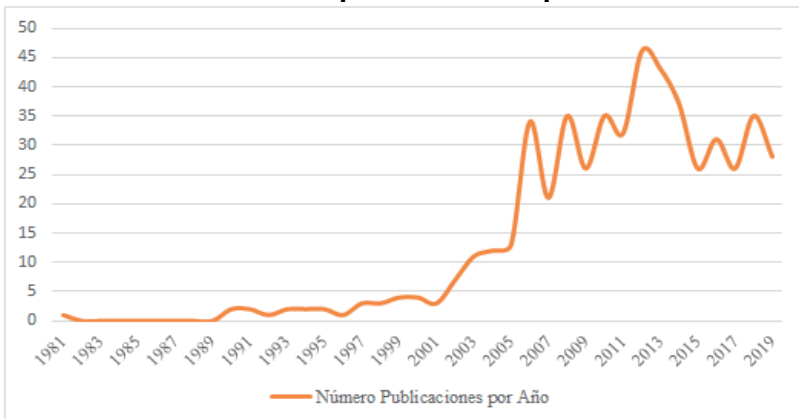
5. Estudio bibliométrico: tendencias y prospectiva de la ingeniería industrial

Estratégicamente para la búsqueda de la información se utilizó la base de datos Scopus, inicialmente se parte de la búsqueda de las investigaciones desarrolladas respecto al eje temático “Ingeniería Industrial”, luego se hizo una filtración teniendo en cuenta los países correspondientes a América latina. Los resultados obtenidos se exportaron y organizaron en hoja de cálculo y mediante el apoyo del software VosViewer, se examinaron todas las características asociadas con año de publicación, tipos de publicaciones, revistas, países, idioma, autores y palabras más relevantes. Cabe resaltar que para el estudio bibliométrico se tomó 528 documentos como resultado de la muestra, aplicando para su análisis herramientas gráficas como el diagrama de líneas, diagrama de barras, diagrama de anillo y diagrama de red.

Inicialmente se desarrolla un

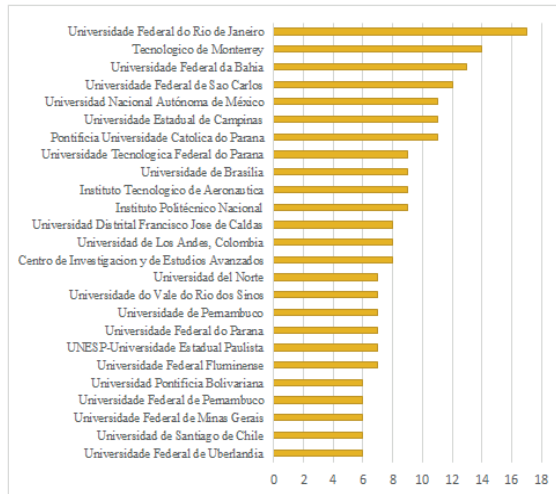
primer análisis que permita estudiar el número de publicaciones, tomando como parámetro de inicio la década de los años 80 hasta la actualidad (1963-2019). Al realizar una búsqueda sobre el término: “Ingeniería Industrial” se puede evidenciar que en Latinoamérica empiezan aparecer las primeras investigaciones a partir del año 1981 y que ha estado en aumento en el transcurrir de los años, presentando uno de los puntos más altos en el año 2013. En la gráfica 1 se muestra una tendencia positiva en cuanto al número de publicaciones relacionadas con la disciplina Ingeniería Industrial. De la información obtenida en la base de datos Scopus, se destacan 25 universidades relevantes en América latina diferentes bases de datos, las cuales han publicado más de 5 artículos de investigación, relacionados directamente con el eje temático “Ingeniería Industrial”, en la gráfica 2 se evidencian los resultados obtenidos, en las que sobresalen universidades de Brasil y México.

Gráfica 1
Cantidad de publicaciones por año



Fuente: Base de datos Scopus

Gráfica 2 Universidades más destacadas

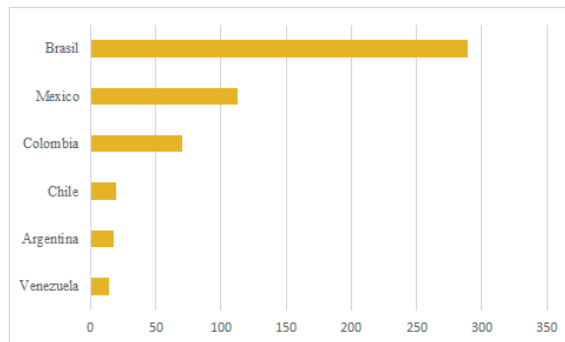


Fuente: Base de datos Scopus

En el análisis de los países más destacados, se tomaron de las 528 publicaciones, los seis (6) países que más publicaciones han desarrollado de acuerdo a la disciplina “Ingeniería Industrial”. Dado lo anterior, se encuentran, Brasil con un 54,7%

equivalente a 289 publicaciones, seguido de México con un 21,4% y 113 publicaciones, luego Colombia con 13,3% y 70 publicaciones, Chile con 3,6%, Argentina con 3,4% y por último Venezuela con un 2,7% y 14 publicaciones (gráfica 3).

Gráfica 3 Países más destacados

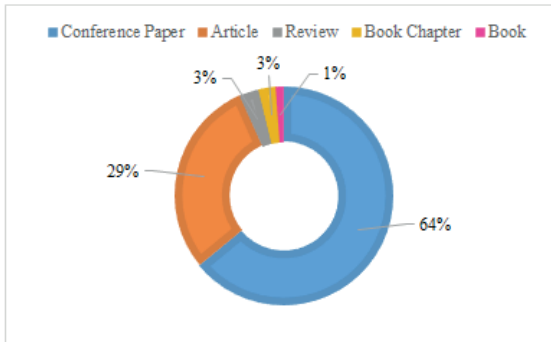


Fuente: Base de datos Scopus

Estudiando el tipo de publicaciones en la gráfica 4 es evidente que de 528 documentos, 338 documentos representados en un 64% corresponden a artículos de presentados en conferencias, 155 documentos que equivalen a un 29% hacen referencia a publicaciones mediante artículos

de investigación, 15 documentos representados en un 3% corresponden a publicaciones por medio artículos de revisión, 14 documentos con un 3% corresponden a capítulos de libro y el resto equivalente a un 1% corresponden a publicaciones desarrolladas en libros de investigación.

Gráfica 4
Tipos de publicaciones más representativas



Fuente: Base de datos Scopus

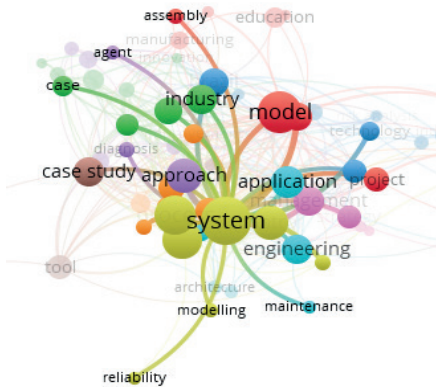
De la información obtenida en la base de datos, se destaca que existen 25 revistas relevantes las cuales han publicado más de 3 investigaciones

sobre la disciplina específica “Ingeniería Industrial”. Como se muestra en la cuadro 1.

Cuadro 1
Revistas más relevantes

| Revistas | |
|---|----|
| Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering | 34 |
| International Journal of Industrial Engineering: Theory | 26 |
| Advanced Materials Research | 18 |
| IFAC Proceedings Volumes IFAC Papersonline | 17 |
| South African Journal of Industrial Engineering | 13 |
| Producao | 13 |
| IECON Proceedings Industrial Electronics Conference | 10 |

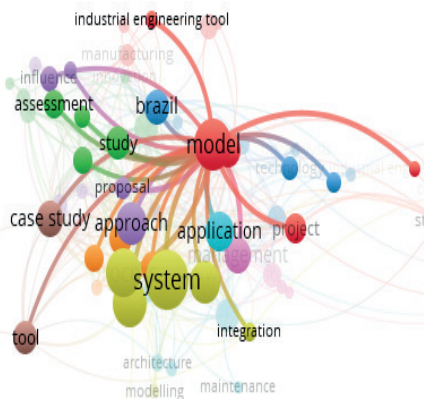
Gráfica 6 Principales clúster relacionados



Fuente: Tomador de Vos Viewer

Haciendo una ampliación visual en el clúster denominado modelo, es evidente que estos están orientados hacia enfoques de integración, colaboración, aplicación de herramientas de ingeniería industrial, innovación, optimización y simulación (gráfica 7).

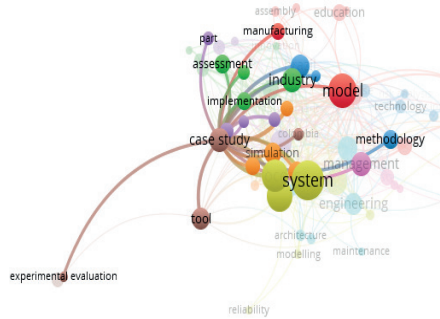
Gráfica 7 Focalización clúster relacionado con modelo



Fuente: Tomador de Vos Viewer

Otra perspectiva visual se da desde el clúster de casos de estudio, donde es evidente que estos están orientados hacia los distintos sistemas de manufactura o servicios, con enfoques de mejora de procesos, con experimentación, implementación, y aplicación de metodologías modernas y herramientas. (gráfica 8).

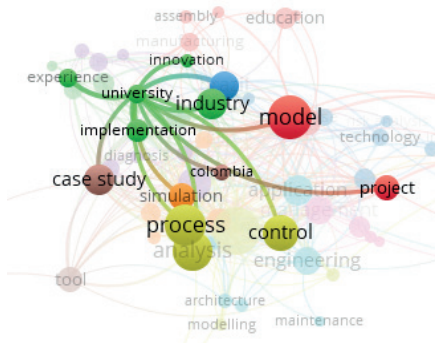
Gráfica 8 Focalización clúster relacionado con caso de estudios



Fuente: Tomador de Vos Viewer

Desde el punto de vista del clúster de la industria, se observa con claridad la relación directa con las entidades de formación como son las universidades, que permitan la implementación de estudios de casos, focalizados en elementos claves como son los procesos, los controles, proyectos e innovación (gráfica 9).

Gráfica 9 Focalización clúster relacionado con la industria



Fuente: Tomador de Vos Viewer

5. Conclusiones

Se puede concluir que en Latinoamérica empiezan aparecer las primeras investigaciones a partir del año 1981 y que ha estado en aumento en el transcurrir de los años, adicional a esto, en un estudio institucional se distinguen el dominio predominante de las universidades de Brasil, México y Colombia, viéndose reflejado la mayor cantidad de productos investigativos en conferencias y artículos de investigación. En un estudio más profundo y analítico, mediante el software VosViewer, se pudo determinar que en las investigaciones desarrolladas respecto a la disciplina puntual de ingeniería industrial, las palabras con mayor frecuencia y relación corresponden a sistema, modelo, casos de estudios, industria y educación.

Desde el entorno literario, cabe resaltar que la ingeniería industrial se fundamenta básicamente en el diseño, mejoramiento, innovación y administración de los sistemas

manufactura o servicios, buscando siempre que sean más eficientes, eficaces y confiables. De igual forma se hizo un estudio sobre las futuras tendencias en la ingeniería industrial, considerando su evolución y las distintas metodologías modernas que actualmente se están usando, lo que permiten a las universidades e industrias, tomar decisiones certeras y adaptarse fácilmente en entornos inciertos e inestables.

En síntesis, este trabajo de investigación permitió conocer y evaluar el estado actual de la de la disciplina de ingeniería industrial desde un contexto internacional, permitiendo así al contexto empresarial y universitario poder tomar decisiones estratégicas sobre el programa ofertado.

Para futuras investigaciones sería provechoso aplicar la metodología en un ambiente global, que permita tener una perspectiva desde distintos puntos del mundo, logrando así un mayor impacto y mayor solidez en los resultados encontrados.

Referencias Bibliográficas

- Biles, W. (1991). The engineering science of industrial engineering: a viewpoint of the industrial engineering curriculum. *IIE transactions*, 23(3), 208-214.
- Billings, C., Junguzza, J., Poirier, D., and Saeed, S. (2001). The Role and Career of the Industrial Engineer in the Modern Organization. In *Maynard's Industrial Engineering Handbook*, K. B. Zandin, Ed., 5th Ed New York: McGraw Hill.
- Caro, A. and Navarro, W. (2010). *Estado del arte del área problemática de operaciones y logística en programas de ingeniería industrial en Colombia*.

- Monografía de grado (ingeniería industrial). Santa Marta, Colombia: Universidad del Magdalena.
- Carvalho, N., Chaim, O., Cazarini, E., and Gerolamo, M. (2018). Manufacturing in the fourth industrial revolution: A positive prospect in sustainable manufacturing. *Procedia Manufact*, 21, 671–678.
- Chen, C., Jiang, B., and Hsu, K. (2005). An empirical study of industrial engineering and management curriculum reform in fostering students creativity. *European Journal of Engineering Education*, 30(2), 191-202.
- COIIAOC (2015). Los ingenieros industriales opinan: 'El futuro de la ingeniería'
- Conference on Systems Science, (2016). January 5–8, Maui, Hawaii. <https://doi.org/10.1109/HICSS.2016.488>
- Cropley, D. and Cropley, A. (2000). Fostering creativity in engineering undergraduates. *High Ability Studies*, 11, 207–219.
- Da Rosa, R., Alberti, A. and Singh, M. (2020). *Blockchain Technology for Industry 4.0*. Ed. Springer, Singapore. <http://doi.org/10.1007/978-981-15-1137-0>
- Dastkhan, H., and Owlia, M. (2009). Study of trends and perspectives of industrial engineering research. *South African Journal of Industrial Engineering*, 20(1), 1-12.
- Elsayed, E. (1999). Industrial engineering education: A prospective. *European journal of engineering education*, 24(4), 415-421.
- Engelman, R. (2015). *The second industrial revolution, 1870–1914*. <https://ushistoryscene.com/author/ryan-engelman-2/>.
- Feng, S., Li, L., and Cen. L. (2001). An Object-oriented Intelligent Design Tool to Aid the Design of Manufacturing Systems. *Knowledge-Based Systems*, 14(5), 225–232. [https://doi.org/10.1016/S0950-7051\(01\)001009](https://doi.org/10.1016/S0950-7051(01)001009).
- Feorene, O. (1982). Organization and Administration of Industrial Engineering. In *Handbook of Industrial Engineering*, G. Salvendy, Editor, John Wiley & Sons, New York. 1982.
- France: Industrie du Futur “Digital transformation monitor” (2012). http://ec.europa.eu/growth/toolsdatabases/dem/monitor/sites/default/files/DTM_Industrie%20du%20Futur%20v1.pdf
- Grimson, J. (2002). Re-engineering the curriculum for the 21st century. *Eur. J. Eng. Educ.*, 27, 31–37.
- Hermann, M., Pentek, T. and Otto, B. (2016). *Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios*. Proceedings of 2016-49th Hawaii International
- Herrera, G., Carrillo, M., and Hernandez, B. (2019). Aplicación de la Metodología 5'S para la Mejora de la Productividad en el Sector Metalmecánico de Cartagena (Colombia). *Revista Espacio*, 40(11), 30.
- Hicks, P. (1994). *Industrial Engineering and Management*. McGrawHill.
- Howard, E. (2018). *The evolution of the industrial ages: Industry 1.0 to 4.0*. <http://www.simio.com/blog/2018/09/05/evolution-industrial-ages-industry-1-0-4-0/>
- Ibarra-Balderas, V. y Ballesteros-Medina, L. (2017). Manufactura Esbelta. *Conciencia Tecnológica*, (53).
- IIE-Ireland Industrial Engineering Standards in Europe (IESE).

- (2012). [Digital pdf Report]. <http://www.iieireland.net/#/iesereport/4570401227>
- Industrial Internet Consortium. (2017). *The industrial internet of things*. http://www.iiconsortium.org/IIC_PUB_G1_V1.80_2017-01-31.pdf
- Industry Innovation Movement 3.0. (2014). *Ministry of trade, industry and Energy*. http://english.motie.go.kr/en/tp/alltopics/bbs/bbsView.do?bbs_cd_n=3&bbs_seq_n=7
- Jasperneite, J. (2012). Was Hinter Begriffen Wie Industrie 4.0 Steckt. *Computer & Automatio*, 12, 24–28.
- Kagermann, H., Wahlster, W. and Helbig, J. (2013). *Recommendations for Implementing the Strategic Initiative Industrie 4.0: Final Report of the Industrie 4.0 Working Group*. Acatech-National Academy of Science and Engineering, Germany.
- Kuo, W. and Deuermeyer, B., (1998). The IE curriculum revisited: the development of a new undergraduate program in industrial engineering at Texas A&M University. *IIE Solutions*, 30, 26–22.
- Lima, R., Mesquita, D., Amorim, M., Jonker, G. and Flores, M. (2012). An Analysis of Knowledge Areas in Industrial Engineering and Management Curriculum. *International Journal of Industrial Engineering and Management*, 3, 75–82.
- Mesquita, D., Lima, R., Flores, M., Marinho C., and Rabelo, M. (2015). Industrial engineering and management curriculum profile: developing a framework of competences. *Mesquita*, (32)
- Moeuf, A., Pellerin, R. Lamouri, S. Tamayo-Giraldo, S. and Barbaray, R. (2017). *The Industrial Management of SMEs in the Era of Industry 4.0. International Journal of Production Research*. <https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1372647>
- National Research Council (US). (1985). *Committee on the Education, & Utilization of the Engineer*. Engineering Education and Practice in the United States: Foundations of our techno-economic future. National Academies Press.
- Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI), (2015). *Informe sobre el Desarrollo Industrial 2016*. El rol de la tecnología y la innovación en el desarrollo industrial inclusivo y sostenible.
- Paté-Cornell, E. (2001a). Management of post-industrial systems: Academic challenge and the Stanford experience. *Int. J. Techno., Policy Manag.*, 151–159.
- Paté-Cornell, E. (2001b). Managing technology in the information age: Stanford's new department of management science and engineering. *Int. J. Techno., Policy Manag.*, 160–172.
- Phillips, D. (1989). Operations Research and Ergonomics Human Factors Form Scientific Roots of IE. *Industrial Engineering*, 21(4), 42-45.
- Rojko, A. (2017). Industry 4.0 concept: background and overview. *Int. Journal Interact Mob Technol*, 11(5), 77–90. <http://doi.org/10.3991/ijim.v11i5.7072>.
- Romero, O., Muñoz, D., and Romero, S. (2006). *Introducción a la ingeniería, un enfoque industrial*. Thomson Editores.
- Salvendy, G. (2001). *Handbook of industrial engineering: technology and operations management*. Ed. John Wiley & Sons.

- Schwab, K. (2017). *The fourth industrial revolution*. Crown Publishing Group.
- Smart Industry in Korea (2015). *A speech report by Jeong Eun Ha, officer for innovation, technology & science in the embassy of the Netherlands*. <http://www.rvo.nl/sites/default/files/2015/10/Smart%20Industry%20in%20Korea.pdf>
- Stern, D. and Kander, A. (2012). The role of energy in the industrial revolution and modern economic growth. *Energy Journal*, 33(3), 25–152. <http://doi.org/10.5547/01956574.33.3.5>
- Taylor, F. (1947). *Scientific Management, Comprising Shop Management*. Harper & Row.
- Tomory, L. (2016). Technology in the British industrial revolution. *Hist Compass*, 14(4), 152–167.
- Two Centuries of Revolutionary Change (n.d.). *The open door web site*. <https://www.saburchill.com/history/chapters/IR/014.html>
- Vásquez, F. (2015). Tendencias de la Ingeniería Industrial. *Revista académica e institucional de la UCPR*, 97, 93-108.
- Vega, M. (2001). The Purpose and Evolution of Industrial Engineering. K. B. Zandin. *In Maynard's Industrial Engineering Handbook*, McGraw Hill.
- Vidal, G. H., and Vega, J. C. H. (2016). Modelo de referencia operacional aplicado a una empresa de servicios de mantenimiento. *Revista Venezolana de Gerencia*, 21(75), 549-571.