



Análisis de la investigación universitaria en ingeniería industrial en el periodo de 2014 a 2019 en Colombia

Analysis of university research in industrial engineering in the period from 2014 to 2019 in Colombia

Elvis Daniel Zapardiel Illera¹, Carlos Eduardo Díaz Bohórquez ²,

¹ OPALO, Unidad académica, Universidad Industrial de Santander, Colombia. Orcid: xx. correo electrónico:

² OPALO, Unidad académica, Universidad Industrial de Santander, Colombia. Orcid: xx. correo electrónico:

xxxx

Recibido: dd mes aaaa. Aceptado: dd mes aaaa. Versión final: dd mes aaaa

Resumen

Se expone una revisión de literatura sobre la ingeniería industrial, siendo esta la rama de la ingeniería que se encarga de estudiar, explicar, conocer, diseñar, proyectar e inspeccionar los sistemas productivos y logísticos buscando ejecutar, implementar y disponer estrategias para potenciar el rendimiento de los procesos en busca de la mejora continua (IISE, 2021). Actualmente, la ingeniería industrial es una de las carreras con mayor oferta y demanda a nivel mundial (Portafolio, 2019) debido al gran número de personas que deciden estudiarla con base a la necesidad que tienen las organizaciones en búsqueda de profesionales que poseen gran capacidad de

ISSN impreso: 1657 - 4583. ISSN en línea: 2145 – 8456, **CC BY-ND 4.0**

(E. Zapardiel) (C. Díaz)., “Análisis de la investigación universitaria en ingeniería industrial en el periodo de 2014 a 2019 en Colombia” *Rev. UIS Ing.*, vol. xx, no. x, pp. xx-xx, año. doi:

adaptación a sus procesos y una formación académica que les permite tomar decisiones acertadas a partir de realizar análisis técnico, dicho lo anterior se hace relevante estudiar el tipo de áreas de investigación que representan la ingeniería industrial, así como su alcance y cuáles son las proyecciones a futuro de la carrera con el fin de ser una herramienta e insumo para reformar planes académicos que cumplan con las expectativas y necesidades de las empresas, así como desarrollar nuevas capacidades y habilidades laborales.

Palabras clave: Ingeniería industrial, revisión de literatura, líneas estratégicas, áreas del conocimiento, investigación.

Abstract

A literature review on industrial engineering is exposed, this being the branch of engineering that is responsible for studying, explaining, knowing, designing, projecting and inspecting the production and logistics systems seeking to execute, implement and arrange strategies to enhance the performance of processes in search of continuous improvement (IISE, 2021). Currently, industrial engineering is one of the careers with the greatest supply and demand worldwide (Portfolio, 2019) due to the large number of people who decide to study it based on the need that organizations have in search of professionals who have a great capacity to adaptation to their processes and an academic training that allows them to make correct decisions based on technical analysis, having said the above, it is relevant to study the type of research areas that industrial engineering represents, as well as their scope and what are the projections to future career in order to be a tool and input to reform academic plans that meet the expectations and needs of companies, as well as develop new skills and job skills.

Keywords: Industrial engineering, literature review, strategic lines, areas of knowledge, research.

1. Introducción

La ingeniería industrial según el Diccionario de la Real Academia Española (RAE 2020) donde se aprecia la definición para investigar como:

“Realizar actividades intelectuales y experimentales de modo sistemático con el propósito de aumentar los conocimientos sobre una determinada materia”. El CNA (Consejo Nacional de Acreditación) contempla entre sus lineamientos de acreditación como factor clave la investigación, “la investigación aparece como una exigencia fundamental, si se tiene en cuenta que no basta asimilar los conocimientos universales, sino que se

requiere generarlos, transformarlos, apropiarlos y adaptarlos a las necesidades del contexto internacional, nacional y regional.” (Acreditación, 2014).

Por otra parte, según la define American Institute of Industrial Engineering, la Ingeniería Industrial se ocupa de la planificación, el mejoramiento y la instalación de sistemas integrados por seres humanos, materiales y equipos. Exige conocimientos especializados y una adecuada formación en ciencias, matemáticas, físicas y ciencias sociales, junto con los principios y métodos de análisis y manejo de proyectos, para especificar, predecir y evaluar los resultados que habrán de obtenerse de tales sistemas.

La ingeniería industrial utiliza procedimientos y herramientas cuantitativas y cualitativas para realizar investigaciones en el área realizando aportaciones en la forma de administrar las empresas y sus recursos mediante el uso de la probabilidad y estadística, gestión de operaciones, gestión y control de calidad, logística, gestión de la cadena de abastecimiento, investigación de operaciones, salud ocupacional, gestión ambiental y ciencias económico-administrativo.

Según Mineducación, (2020) con el fin de mejorar los procesos de la industria mediante la optimización, innovación y gestión del conocimiento, desde el año 1958 se abre el primer programa de ingeniería industrial desde el año 1958 y en la actualidad ya existen 165 programas activos cuyas líneas de investigación se decantan en diversas áreas.

Por lo tanto, se hace necesario tener clara la tendencia sobre las áreas y líneas de investigación en Ingeniería Industrial en los últimos tiempos, para analizarla de manera significativa, por ende, es importante determinar el estado actual y realizar un aporte que permita reconocer la orientación de la investigación de esta rama de la ingeniería en el país en sus respectivas áreas de conocimiento. Mediante la investigación de tendencias a nivel mundial y posteriormente en el país, lo que permitirá tener un referente a la hora de tomar decisiones hacia qué temas deben enfocarse las investigaciones en los diferentes grupos de investigación en el país. Ya sea para enfocarse en áreas y líneas que cuentan con poca investigación y necesitan ser impulsadas en conocimiento o por otra parte áreas donde hay un conocimiento amplio para seguir fortaleciendo su enfoque y el de otras áreas que tienen relación directa a estas.

Dicho lo anterior se realizó una investigación mediante ecuación de búsqueda para identificar los tópicos de

investigación, las líneas de tendencia y su caracterización para facilitar la toma de decisiones de nuevos grupos de investigación o investigadores en la selección del tema de estudio.

2. Marco teórico

2.1. Análisis bibliométrico

Las revistas científicas nacen del interés y necesidad de comunicar los resultados de investigación y generar espacios de discusión entre académicos. Las revistas se han convertido en el principal y más confiable canal de comunicación de la investigación, por cuanto las mismas suponen una evaluación rigurosa y exhaustiva de los contenidos por parte de la comunidad científica. Adicionalmente, estas experimentan procesos de transformación, tanto en la visibilidad de sus contenidos (apropiación académica) como en la difusión (apropiación social) de los mismos. El acto de editar y publicar en revistas científicas permite dar a conocer la mirada de los investigadores en un determinado ámbito del conocimiento y es el punto de culminación (e inicio) de todo proceso de investigación (Polanco-Carrasco, 2015).

Un análisis bibliométrico proporciona información sobre los resultados del proceso investigador, el volumen, la evolución, la visibilidad y la estructura. De esta manera se puede valorar la actividad científica, y el impacto tanto de la investigación como de las fuentes. Los indicadores bibliométricos se pueden clasificar en dos grandes grupos, los indicadores de actividad y los de impacto. Los indicadores de actividad visualizan el estado real de la ciencia y dentro de éstos se encuentran número y distribución de publicaciones, productividad,

dispersión de las publicaciones, colaboración en las publicaciones, vida media de la citación o envejecimiento, conexiones entre autores, entre otros. Entre los indicadores de impacto se encuentran la evaluación de documentos muy citados “Hot papers” y el factor de impacto (FIN); siendo este último el más conocido (Camps, 2008)

Otro factor de impacto como medida de evaluación de la importancia de las revistas científicas es el JCR, el cual proporciona un listado de las citas recibidas por las revistas que se incluyen en el SCI (Science Citation Index). Básicamente lo que ofrece el JCR es una serie de indicadores que nos permite conocer las citas que ha recibido una revista estableciendo jerarquías y comparaciones en un mismo campo científico de conocimiento. Es un mecanismo para conocer las revistas que más se consultan y se citan por los investigadores, qué revistas son las que tienen mayor impacto entre una determinada comunidad científica o las actuales investigaciones más citadas.

2.2. Análisis de literatura web

El análisis de contenido web se basa en la lectura (textual o visual) como instrumento de recogida de información, lectura que a diferencia de la lectura común debe realizarse siguiendo el método científico, es decir, debe ser, sistemática, objetiva, replicable, y válida. (Abela, s.f.)

Lo diferente de la revisión de contenido web es el hecho de que este es un entorno propicio para el acceso a la noticia. Autores como Codina, 2000; Boyer y otros, 2007, evalúan la calidad del contenido web mediante elementos técnicos de la arquitectura web (accesibilidad, diseño, navegación, posicionamiento, actualización, etc), además de la validez y fiabilidad de la información que contienen (Hanif y otros, 2009;

Eachus, 1999). Por otra parte, el investigador debe discernir con sus propios medios la consistencia y confianza de los contenidos (Oliván y otros, 2001).

2.3. Ingeniería industrial

La Ingeniería Industrial (II) se ha potenciado desde la revolución industrial, su importancia crece por su eficaz aporte a la eficiencia y la productividad empresarial que lleva a nuevos niveles, la competitividad de los sectores industriales de los países. La definición de Ingeniería Industrial (II) enunciada por el Instituto Americano de Ingenieros Industriales es: “La ingeniería industrial se ocupa del diseño, la mejora y la instalación de sistemas integrados de hombres, materiales, equipos y energía. Se alimenta del conocimiento especializado y de la habilidad 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 esos sistemas.” (Zandin, 2005).

Zandin, (2005), define de una manera más práctica a la Ingeniería Industrial como la rama de la ingeniería enfocada en el diseño de sistemas de producción y en el manejo de los recursos materiales y humanos para la provisión de bienes y servicios

3. Método(s), metodología

El método utilizado es mediante la realización de una ecuación de búsqueda y el análisis bibliométrico, el cual se definió en tres etapas, planteadas por los autores Martínez, Bravo y Becerra Ardila (2013): 1) recolección de información, 2) transformación y análisis de información y, 3) generación de resultados.

Selección de la base de datos

La investigación realizada se llevó a cabo en la base de datos científica: Web of Science, ya que es una de las mayores bases de datos de citas y resúmenes de literatura revisada por pares, revistas científicas, libros y actas de congresos.

Planteamiento de la ecuación de búsqueda

La ecuación de búsqueda se diseñó incluyendo palabras claves, operadores booleanos y operadores de posición para su obtención final descrita a continuación:

ALL= (áreas AND knowledge AND (industrial engineering))

Criterios para la selección de artículos

Para la selección de los documentos potenciales, se estableció criterios de inclusión, de exclusión, y criterios de calidad presentados en la tabla:

Tabla.

Criterios para la selección de artículos

Criterio	Descripción
Criterios de Inclusión	<ul style="list-style-type: none"> • Documentos que se encuentren en la base de datos Web of Science • Ventana de tiempo abierta • Documentos en inglés y español. • Tipos de documentos: artículos y revisiones.
Criterios de Exclusión	<ul style="list-style-type: none"> • Artículos que, a pesar de cumplir con los términos de búsqueda,

no tienen relación directa al tema.

Criterios de Calidad

- Los artículos encontrados, deben mostrar algún tipo de relación con las áreas del conocimiento de la ingeniería industrial o definir dicha carrera y su alcance.
- Los documentos deben suministrar información significativa a la investigación relacionada con las líneas de investigación y temas futuros de la carrera.
- Los documentos que contribuyan al marco teórico sobre las herramientas a utilizar para la investigación.
- El artículo debe mostrar concordancia con el tema.

Finalmente, de manera general en el artículo se utiliza el método de análisis de contenido para obtener los conocimientos de la literatura disponible. La metodología utiliza métodos de búsqueda, segregación de la literatura y desarrollo del conocimiento actual sobre las diferentes tendencias de la ingeniería industrial y sus aplicaciones.

Análisis de los resultados

Después de obtener la ecuación de búsqueda, con la herramienta se obtuvieron los siguientes resultados:

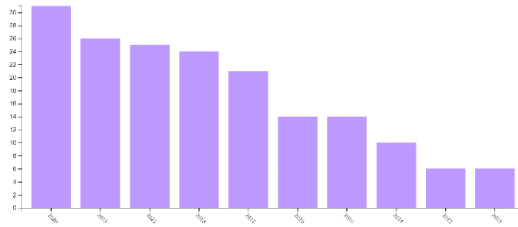


Figura 1: Documentos por años

En la figura se puede apreciar que ha incrementado sustancialmente la generación de documentos, artículos y revisiones sobre las áreas del conocimiento de la ingeniería industrial y sus alcances, lo que permite apreciar que pueden presentarse tendencias que respondan a las necesidades del entorno.



Figura 2: Áreas de WoS

En la figura se presentan los documentos según las áreas de Web of Science en la que se observa gran porcentaje en ciencias multidisciplinares dado que la ingeniería industrial es transversal a todas las carreras y enmarca una gran variedad de temas, seguido de ciencias

de los materiales, gerencia, ingeniería industrial en ciencia propia, negocios y economía, siendo estos temas también pertinentes dentro del tema de investigación.

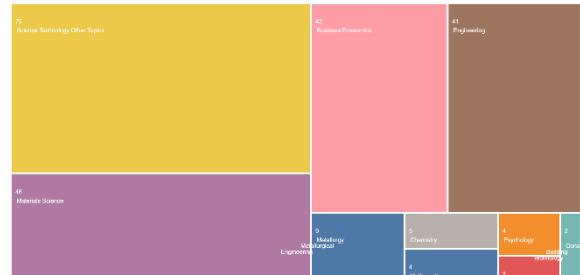


Figura 3: áreas de publicación

En la figura 3 se puede visualizar que la mayoría de los artículos pertenecen a la categoría de ciencia, tecnología y otros tópicos, seguido de ciencia de los materiales, negocios e ingeniería, por lo que se puede concluir que esta es una de las tendencias de la ingeniería industrial.



Figura 4: tipos de documentos

En la figura 4 se puede ver que la mayoría de los documentos son artículos, seguido de revisiones de artículos, procedimientos y papers.

4. Resultados

Según esta sociedad la ingeniería industrial y de sistemas (IISE, 2021) la carrera de ingeniería industrial se ocupa del diseño, mejora e instalación de sistemas integrados de personas, materiales, información, equipos y energía, esta se basa en conocimientos y habilidades especializados 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.

En la actualidad se puede evidenciar la gran influencia de la globalización en diferentes aspectos que componen nuestra sociedad; la educación, el conocimiento y las competencias son un ejemplo de ello. La competitividad que existe entre empresas de diversos sectores ha generado la necesidad de contar con personal o profesionales competentes que no sólo posean conocimientos específicos de un área, sino que también estén en la capacidad de generar soluciones ante las diferentes problemáticas o retos a los que se enfrentan las empresas y la sociedad en general; dado que las sociedades evolucionan a través de la historia, haciéndose cada vez más compleja y dinámico entender el comportamiento de la misma, con ello también debe evolucionar el capital humano, su formación y su capacidad de análisis para resolver situaciones, es por ello que se hace necesario estudiar y pronosticar las tendencias futuras de carreras como la ingeniería industrial que es transversal a otras.

Grochocki, L, Guimaraes, J, Prata, A y Oliveira, J (2018) concluyen en que la ingeniería es un poderoso instrumento para promover el desarrollo social y económico de las naciones. Su mejora es un elemento estratégico para acelerar el progreso (Guimaraes et al., 2007), por lo tanto, en dicho documento discuten la

necesidad de reestructurar el sistema de investigación, desarrollo e innovación (I + D + i) y la formación de recursos humanos en ingeniería del país, dado que al fortalecer dichos componentes se pueden generar mejores avances para la sociedad, por ende define que las relaciones entre el desempeño del sector industrial y la maduración de la ingeniería se influyen de la producción científica nacional en el área en comparación con la producción mundial y los países (Corea del Sur y Holanda). En términos de formación es importante el área de ciencia, innovación y desarrollo, lo que permite generar nuevas capacidades y convertir el conocimiento científico-tecnológico en productos y patentes; por lo tanto, un requisito es construir colaboraciones interorganizacionales con el sector industrial para incrementar la innovación en el campo de la ingeniería, siendo este un plan de acción necesario en Colombia para mejorar los indicadores de ciencia, tecnología e innovación.

En el artículo los autores también resalta que el área del conocimiento en tendencia es la ciencia, tecnología e innovación, pero también se deben enfocar el pensum en las necesidades de la sociedad, así como seguir invirtiendo en el desarrollo de la ingeniería a través del mantenimiento de programas de movilidad académica, así como la implementación de nuevas metodologías de enseñanza y la integración global, a través del financiamiento de proyectos de investigación internacionales, por otra parte, también confluyen en que la distribución de esta inversión en los distintos campos debe ser equilibrada, teniendo en cuenta las estrategias nacionales y las interrelaciones tecnológicas entre los campos analizados.

Rebeeh, YA, Pokharel, S, Abdella, GM y Hammuda, AS (2019), estudian otras áreas del conocimiento en tendencia que es la atención de desastres en las instalaciones industriales, ellos defienden que en la mayoría de los países, el desarrollo, el crecimiento y el sustento de las instalaciones industriales reciben la máxima importancia debido a la influencia en el desarrollo socioeconómico del país. Por lo tanto, se desarrollan zonas económicas especiales, o áreas industriales o ciudades industriales con el fin de brindar los servicios requeridos para el funcionamiento sostenido de dichas instalaciones. Tales instalaciones no solo brindan un apoyo económico prolongado al país, sino que también ayudan en los aspectos sociales y brindan sustento a miles de personas. Por lo tanto, cualquier desastre en cualquiera de las instalaciones del área industrial tendrá un impacto significativo en la población, las instalaciones, la economía y amenaza la sostenibilidad de las operaciones.

Dentro de estas áreas se centra en otros aspectos principales, que son las instalaciones, los recursos, los sistemas de soporte y la modelización, también se puede incluir en investigaciones futuras el estudio de una planta individual y se amplían a las ciudades industriales. (Rebeeh, YA, Pokharel, S, Abdella, GM y Hammuda, AS, 2019)

(Metso, L, Marttonen, S, Thenent, NE y Newnes, LB, 2016) investigaron sobre áreas relacionadas a la transferencia del conocimiento, gestión de la información, análisis de datos cualitativos y mantenimiento industrial, donde identificaron y categorizaron problemas en la gestión del conocimiento del mantenimiento industrial y respaldaron el mantenimiento exitoso mediante la adaptación de modelos como el SHEL. El modelo SHEL se ha utilizado

ampliamente en las investigaciones de accidentes de aviación y en el mantenimiento de la aviación, pero no en el mantenimiento industrial, ampliando el área de conocimiento y adaptando técnicas de diferentes sectores económicos. Los autores encontraron finalmente que el modelo SHELO adaptado funciona bien en el contexto del mantenimiento industrial, mostrando que los problemas de gestión del conocimiento más importantes en el área son causados por interacciones entre Liveware y Software (falta de disponibilidad de información), Liveware y Liveware (intercambio de información), Liveware y Organización (comunicación) y Software y Software (integridad de la información).

Skackauskiene, I, Hrusecka, D, Katiniene, A y Cepel, M, en el 2018, presentan una investigación, donde determinan que no cabe duda de que el conocimiento es un activo clave de cualquier organización, que le permite obtener una ventaja competitiva, implementar la innovación, afrontar las dificultades y mejorar sus procesos de gestión. Los requisitos sobre el conocimiento de los empleados han aumentado en los últimos años, especialmente con respecto a las nuevas tendencias y actualmente la cuarta revolución industrial ampliamente discutida. En la economía en red emergente y la sociedad del conocimiento, las organizaciones deben estar preparadas para procesos complejos de difusión y gestión del conocimiento. El conocimiento es recopilado, almacenado, evaluado y creado por una organización y compartido por sus miembros. En el curso de la difusión del conocimiento, los miembros de la organización crean una sinergia que genera un conocimiento único. Gestionar el conocimiento organizacional necesario para la creación de valor agregado y la adquisición de una ventaja competitiva requiere evaluar la sinergia del conocimiento y sus componentes. Debido a la versatilidad de la carrera esta se apropia de áreas del conocimiento

referentes a gestión del conocimiento y temas afines, además de utilizar herramientas matemáticas y de programación.

Otro ámbito de estudio actual es el diseño de experimentos, aplicados a la industrial, siendo este aplicado con metodologías como el bayesiano, donde autores como Woods, DC, Overstall, AM, Adamou, M y Waite, TW (2017) usaron dicho método ayudar a tomar decisiones como las variables a estudiar y la elección de una relación plausible entre las variables explicativas y las respuestas medidas. Los autores afirman que los métodos bayesianos permiten incorporar la incertidumbre en estas decisiones en la selección del diseño a través de distribuciones previas que encapsulan la información disponible del conocimiento científico o experimentación previa. Además, un diseño puede adaptarse explícitamente al objetivo del experimento mediante un enfoque de teoría de decisiones utilizando una función de pérdida adecuada. Revisaron el área del diseño bayesiano de la teoría de la decisión, con especial énfasis en los avances recientes en los métodos computacionales para muchos problemas que surgen en la industria y la ciencia, los experimentos dan como resultado una respuesta discreta que está bien descrita por un miembro de la clase de modelos lineales generalizados.

Luca Fraccascia, Ilaria Giannoccaro, y Vito Albino (2018) los autores revisan el estado del arte sobre la resiliencia de sistemas complejos abarcando diferentes áreas de investigación y utilizando herramientas bibliométricas, a su vez identifican las principales comunidades intelectuales y académicos destacados y sintetizar los conocimientos clave de cada área de investigación. También realizaron una comparación

entre las áreas de investigación, con el objetivo de analizar cómo se aborda la resiliencia en cualquier campo, cómo evolucionó el tema a partir del campo de estudio ecológico y el nivel de fertilización cruzada entre dominios. El análisis muestra las áreas de interés reciente y creciente también son la investigación operativa, la ciencia de la gestión, los negocios y la informática. En particular, los autores agregaron los vínculos de citas entre diferentes áreas de investigación y encontraron un número muy limitado, lo que revela una escasa fertilización cruzada entre dominios. Por lo que se puede concluir que los grupos de investigación son aislados y les falta integración para compartir conocimientos.

Luca Fraccascia, Ilaria Giannoccaro, y Vito Albino (2018) definen que cada región es reconocida como un sistema económico de sistemas complejo, interconectado e interdependiente que incluye múltiples partes interesadas, abarca múltiples subregiones y produce una gran cantidad de productos y servicios. Se destaca las importantes interdependencias intersectoriales y transregionales, por ende, la ingeniería industrial y sus tendencias también dependen del contexto y las necesidades del mismo, para adaptarse y generar soluciones que puedan contribuir a la industria.

En la carrera, los complejos sistemas que analizaron dentro de esta área de investigación la subdividieron en dos categorías: (1) infraestructuras físicas, como redes de energía eléctrica, redes de telecomunicaciones, redes de distribución de agua y gas, infraestructuras de transporte, redes ferroviarias, sistemas de control de tráfico aéreo y plantas petroquímicas. y (2) sistemas de producción y cadenas de suministro.

Kotiranta, A, Tahvanainen, A, Kovalainen, A y Poutanen, S (2020) presentaron un estudio sobre el compromiso de los científicos académicos con la industria siendo este un mecanismo central en la transferencia de conocimiento entre la universidad y la industria y el desarrollo de la investigación colaborativa. Cabe resaltar que la ingeniería industrial está presente en todos los parámetros de una empresa, haciéndose necesario una elección del área de investigación minuciosa dado que esta juega un papel importante en la colaboración de la industria. En dicho artículo también identifican tres tipos de interacción industrial (modos de interacción) entre investigadores: 1. Interacción educativa, que consta de conferencias o seminarios, programas de formación empresarial, o supervisando el trabajo de tesis; 2. interacción de investigación, que consiste en publicaciones compartidas, consultoría relacionada con la investigación, programas públicos de investigación e investigación por contrato; 3. Interacción integrada, consistente en la investigación conjunta en locales compartidos y contratos laborales con empresas.

De estos, los modos de interacción educativa e investigadora (1 y 2) están motivados por la posibilidad de avance académico individual. La interacción integrada (3) es rara y se correlaciona significativamente con solo uno de los tres tipos de motivaciones de cooperación industrial: la comercialización de los resultados de la investigación.

Autores como (Valencia Arias, Bedoya-Corrales, Ocampo Osorio, Trespalacio González, & García Arango, 2020) desarrollan una investigación sobre la productividad investigativa y tendencias en el campo de la ingeniería industrial a partir de un análisis bibliométrico, en donde definen que la ingeniería industrial es una disciplina que ha impactado el

desarrollo de la industria, desde los retos técnicos hasta administrativos, por lo tanto, es importante proyectar las tendencias que marcan esta ingeniería a partir de la revolución industrial, con el fin de orientar el desarrollo científico futuro en el tema. En el artículo presentan un análisis bibliométrico sobre la productividad investigativa de la ingeniería industrial en la ventana de tiempo 2005–2020, soportado en la base de datos Scopus, en esta cuantifican la producción científica por año, autores, países y revistas científicas, partiendo de la construcción de la ecuación de búsqueda bajo los términos clave en inglés: producción, logística, manufactura y gestión estratégica, también evidenciaron que no hay un patrón definido que analice el comportamiento de la cantidad de publicaciones científicas en ingeniería industrial, destacándose países como China y Estados Unidos en producción científica para la ventana de tiempo, mientras que los países latinoamericanos, no presentaron una cantidad significativa de publicaciones. Finalmente se muestra una tendencia hacia los temas de sostenibilidad, medio ambiente, producción más limpia, manufactura, logística y gestión estratégica.

F. Macedo Chagolla y N. Avila Esquivel (2017) estudian el comportamiento en México de la matrícula de egresados, la cual ha tenido un aumento considerable año con año, solamente Ingeniería en Computación e Informática, e Ingeniería Industrial egresan más de 20,000 alumnos, con ello realizaron un análisis de los datos de oferta de empleos revelando que dentro de las ofertas de empleo para Ingeniería Industrial se requieren otros perfiles, que por sus conocimientos también pueden desarrollar los mismos trabajos. Se solicitan a Ingenieros Mecánicos con un 30% y Administradores en un 25%, con la unión de ambos representan en porcentaje poco más de la mitad en la competencia directa. Completaron

dicho análisis con el estudio para obtener información acerca de habilidades técnicas que deben de tener los profesionales para dichos empleos, dentro de los cuales predominan el requisito de dominar un idioma diferente; en este caso el más solicitado es el inglés, que, según estadísticas, poco más del 30% de las ofertas que se tomaron en cuenta lo solicitan en un nivel de por lo menos el 90%, y en específico, el 3% requiere de una certificación internacional como el TOEIC.

Por otra parte, en el Simposio internacional de ingeniería industrial se muestran las tendencias y nuevas actualidades de la carrera, donde se tocan temas como el emprendimiento, el cual está considerado como uno de los motores del desarrollo de la sociedad; siendo su medición una actividad todavía incipiente.

El contexto actual de cambios en mercados, economía, tecnología y el entorno, genera mayor presión a las organizaciones para que se adapten a este patrón de cambios y mejoren su competitividad; es decir para que mejoren su capacidad de enfrentar los retos de este mundo cambiante. En otros temas de investigación incluyen Modelos para la Competitividad, como herramienta directiva para guiar el desarrollo de una organización; y la manera en que las tecnologías de mejora de procesos y de Seis Sigma ayudan a fortalecer y dinamizar dicho modelo.

En investigación se incluyen actividades antrópicas que generan desarrollo de las economías, como lo es temas referentes a producción más limpia. La filosofía de —Sostenibilidad, como reto social, y el propósito de mejora con prácticas de —Producción Más Limpia, han establecido procesos industriales que favorecen el aprovechamiento (—Residuos Cero) con la metodología

de las 3R (reducir, reutilizar y reciclar). Para el caso, el perfeccionamiento de habilidades en el manejo, acopio, transferencia y disposición final de los residuos es uno de los desafíos de la humanidad, por complejidad tecnológica y requerimiento presente; ya que son foco potencial de contaminación de recursos, suelo y aguas. Siendo los principales exponentes, por su concentración de contaminantes, los lodos originados en el tratamiento de aguas servidas y los lodos de lixiviados, generados en los rellenos sanitarios. Los primeros, conocidos como biosólidos, son concebidos en los procesos de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales, con las metodologías de lodos activados; son semisólidos con elevado contenido de Materia Orgánica — MO; con macronutrientes como, Nitrógeno — N, Fosforo — P y Potasio — K; surgiendo la posibilidad de aprovecharlos (reciclaje), a través de procesos de compostación, convirtiéndolos en abonos para recuperación de suelos y la producción de vegetales alimentarios u ornamentales.

El tema anteriormente mencionado afecta la industria y por lo tanto, ha cobrado importancia con el fin de ser una alternativa eficiente con el ambiente, siendo un reto social la aplicación de tecnologías ambientalmente correctas y un tema amplio para la carrera.

Por otra parte, se ha evidenciado que no hay Industria sin Innovación. La industria 4.0 nos llevará a la competitividad y eficiencia energética que tanto buscamos en estos tiempos, con el uso de tecnologías que permiten la hiperconectividad, productos y sistemas inteligentes en la industria y nuestras vidas. Además, la Industria 4.0 no se basa solo en la tecnología, sino que se basa en personas con ideas creativas aplicando la tecnología ya que la creatividad es el principal diferencial de las personas en el futuro, este tema en específico se ha

venido trabajando en diferentes grupos de investigación integrados con ciencia, tecnología e innovación lo que abre nuevos campos de estudio y el uso de herramientas innovadoras.

La denominada 4ta. Revolución Industrial que actualmente estamos transitando provocará cambios, provenientes de los avances y tendencias de la Innovación y las Tecnologías emergentes y disruptivas, que impactarán significativamente en el entorno industrial y los recursos asociados. Esto conlleva a determinar tendencias y desafíos para la inevitable incorporación tecnológica y la necesidad de formación de recursos profesionales orientados en la Ingeniería Industrial y la Innovación Tecnológica.

Referentes a temas innovadores del área de logística, se presentan tendencias en cuanto al concepto de Logística Integral estando directamente relacionado a entornos altamente competitivos, donde los clientes (consumidores) exigen mayor calidad en los productos y servicios. Las distintas definiciones de logística coinciden en plantear la Logística Integral como la responsable de planificar, implementar y controlar los distintos procesos, partiendo en los proveedores y terminando en el cliente final. Este es un concepto nuevo como área del conocimiento, no obstante, la logística es antigua como actividad, y va más allá del simple movimiento de materiales y/o información de un punto a otro, implica comprender qué, por qué, para qué se hace, así como la mejor manera posible de hacerlo en su conjunto.

Otras tendencias son la Servitización la cual consiste en un proceso de transformación industrial que forma parte de nuevos conceptos de mercado como la economía colaborativa y la Industria 4.0, la cual trata de una nueva

tendencia empresarial donde se desarrollan soluciones integradas de sistemas producto-servicio que objetivan la agregación de valor para el cliente. El tema reviste gran importancia para la Ingeniería Industrial ya que son necesarias herramientas metodológicas que auxilien a las empresas a definir la relación producto-servicio, así como el proceso de desarrollo de los mismos dentro de la estrategia de competitividad adoptada. Dicho concepto lo estudiaron como una estrategia para adaptar en las PyMES.

Otra conferencia que presentaron integraba temas como el reto de hacer coexistir la seguridad alimentaria, la bioenergía y la protección ambiental. Este lo lograron mediante el fomento de procesos de innovación local que integran la producción de alimentos y de bioenergía, en el marco de un intenso vínculo Ciencia – Empresa, con énfasis en la producción y utilización de biogás, biodiésel y gasificación de biomasa, y en una estrecha relación con productores y decisores locales y nacionales. Estos procesos de innovación contribuyen a consolidar sistemas locales integrados de producción de alimentos y de energía, con un favorable impacto económico, social y ambiental, así como la mejora de la calidad de vida rural, siendo este uno de los retos y necesidades que se incorpora al perfil del ingeniero industrial, el cual es mejorar la calidad de vida de las personas y aminorar el impacto ambiental de la actividad industrial.

Otros temas de interés afines al perfil son las investigaciones sobre eficiencia u evaluación de la calidad de los servicios de las empresas, el objetivo de un ingeniero industrial es optimizar los recursos y comprometerse con la sociedad y su bienestar, al medir la calidad de los servicios se garantiza que lo presentado si cumple con los requerimientos de la sociedad.

En el Simposio presentaron varios trabajos los cuales usaban este tema de investigación, donde realizaban un diagnóstico y median la calidad de los servicios o productos, en un caso particular de una empresa avícola estos usaron como herramienta una escala ajustada del modelo SERVQUAL. A partir de los datos obtenidos, los autores lograron identificar una estructura de cuatro factores: Disposición, Empatía, Seguridad y Confiabilidad, que explicaba más del 70% de la varianza total, también realizaron pruebas estadísticas para la adecuación muestral para el uso del Análisis de Factores, así como las pruebas de validez y fiabilidad de la escala usada. Estos resultados sirven de insumo para las etapas tempranas de evaluación de la calidad de los servicios en la empresa del sector avícola en el caso de estudio, lo que permite presentarse como una tendencia útil en el futuro.

Otro campo de estudio es la ciencia misma de analizar mediante enfoque metodológico básico y análisis estadístico de atributos un proceso productivo esto con el fin de cruzar e implementar otras herramientas que brinden una explicación al problema de la variabilidad en las especificaciones del producto.

Los autores proponen que la producción industrial no se limita a ser un fenómeno físico de transformación de materiales en productos, sino que es un campo de relaciones socio-económicas insertas en una dinámica de mercado. La fábrica, no solo produce “cosas”, sino que además “relaciona” personas en función de sus posiciones en la estructura organizacional, asimismo estas relaciones configuran el valor del trabajo a nivel social. Entre los resultados principales del caso destaca que a pesar de que la tendencia central no lograba cumplimiento de la especificación, la baja variabilidad indicaba que el proceso tenía un control desde la

perspectiva de los operarios, siendo el control de calidad otro tema transversal y que se encuentra dentro del campo de acción de la ingeniería, y de manera consecuente en los planes de estudio.

Para estar a la vanguardia, es importante la cooperación universitaria internacional dado que esto implica múltiples actividades conjuntas entre universidades, con un alto impacto a nivel institucional, local y regional. En este contexto, estudiar sobre dichas alianzas y la evolución del proceso de cooperación internacional para la investigación en el área de Ingeniería Industrial entre universidades es un factor que genera condiciones para el éxito de redes de cooperación internacional. Este tipo de investigaciones permiten también estructurar varias condiciones para el éxito de las mismas como lo son un grupo de investigadores que participan activa y comprometidamente, una red diseñada a medida de los objetivos propuestos y con una gestión efectiva, y sobre todo, la percepción de beneficios compartidos por la participación en la misma.

Finalmente, también se alcanza a distinguir que las tendencias de la disciplina se orientan hacia la cualificación del ingeniero en el manejo de herramientas como CRM, CPFR, EDI, ERP, Minería de Datos, Análisis Multivariado, SMED, POKA JOKE, WMS, CIM y filosofías como el JIT, Lean Manufacturing, Gestión de la Calidad; además de un fuerte enfoque hacia lo ambiental, la logística y la cadena de abastecimiento, gestión del conocimiento, ciencia, tecnología e innovación, entre otras.

5. Conclusiones

La ingeniería industrial es la rama de la ingeniería que se encarga de estudiar, explicar, conocer, diseñar, proyectar e inspeccionar los sistemas productivos y logísticos buscando ejecutar, implementar y disponer estrategias para potenciar el rendimiento de los procesos en busca de la mejora continua (IISE, 2021). Actualmente, la ingeniería industrial es una de las carreras con mayor oferta y demanda a nivel mundial (Portafolio, 2019) debido al gran número de personas que deciden estudiarla con base a la necesidad que tienen las organizaciones en búsqueda de profesionales que poseen gran capacidad de adaptación a sus procesos y una formación académica que les permite tomar decisiones acertadas a partir de realizar análisis técnico.

A lo largo de la revisión de literatura se encuentra que el campo es muy amplio y que se pueden generar líneas de investigación según las necesidades de la sociedad, entre ellos se encuentran tendencias como la inclusión de técnicas de inteligencia artificial, análisis de big data, logística, cadena de suministro, calidad, temas como ciencia, tecnología e innovación y procesos de transferencia del conocimiento.

5.1. Recomendaciones

Se recomienda utilizar otras bases de datos con el fin de recopilar más información y artículos que contribuyan a la investigación, así como el uso de herramientas de vigilancia tecnológica o prospectiva que pueda realizar pronósticos de eventos futuros y por ende enfoques de la carrera o áreas con mayor impacto en unos años.

6. Referencias

Abela., J. A. (28 de Enero de 2021). Las técnicas de Análisis de Contenido: Una revisión actualizada. Obtenido de

<http://mastor.cl/blog/wp-content/uploads/2018/02/Andreu.-analisis-de-contenido.-34-pags-pdf.pdf>

Acreditación, C. N. (12 de 2014). Lineamientos para la Acreditación Institucional. Obtenido de SISTEMA NACIONAL DE ACREDITACIÓN SNA:

<http://sig.ucaldas.edu.co/acredita/docs/lineamientosCNA/prog/Lineamientos%20CNA%202015.pdf>

Araque , G., Ospina, M., Vega, L., & Rivera, G. (2018). Retos y tendencias actuales en la logística inversa con enfoque en ingeniería industrial. 73 - 85.

Ayati, N., Saiyarsarai, P., & Nikfar, S. (2020). Impactos a corto y largo plazo del COVID-19 en el sector farmacéutico. Obtenido de DARU J Pharm Sci 28, 799–805: <https://bibliotecavirtual.uis.edu.co:2236/10.1007/s40199-020-00358-5>

Buscador productos, (s.f.). Colciencias. Recuperado el 25 de septiembre de 2020 de https://sba.minciencias.gov.co/Buscador_Productos/

Cachay Boza, O., & Mejías Acosta, A. (2014). Memorias (Proceeding)|VII Simposio Internacional de Ingeniería Industrial: Actualidad y Nuevas Tendencias 2014. Lima: Coordinación 7ma. Edición SIIAyNT2014.

Castillo-Esparcia, et al. (2012). La investigación en Comunicación. Análisis bibliométrico de las revistas de mayor impacto del ISI. Revista latina de comunicación social. Recuperado de https://riuma.uma.es/xmlui/bitstream/handle/10630/4976/RLCS_paper955.pdf?sequence=1

Chávez Porras, Á., & Ramírez Contreras, T. (2018). XI Simposio Internacional de Ingeniería Industrial: Actualidad y Nuevas Tendencias., (pág. 522). Bogotá – Colombia.

- Colciencias. (20 de 11 de 2020). Glosario – Colciencias. Minciencias. Obtenido de <https://minciencias.gov.co/sites/default/files/upload/glosario-colciencias.pdf>
- Consulta de programas, (s.f.). Sistema nacional de información de la educación superior. Recuperado el 20 de septiembre de 2020 de <https://hecaa.mineducacion.gov.co/consultaspublicas/programas>
- Dias do Nascimento, Jaqueline, Meireles Gomes, Ingrid, Ribeiro Lacerda, Maria, Braga de Camargo, Tatiana, Catafesta Utzumi, Fernanda, & Bernardino, Elizabeth. (2016). Uso del software NVivo® en una investigación con Teoría Fundamentada. *Index de Enfermería*, 25(4), 263-267. Recuperado en 04 de julio de 2021, de http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1132-12962016000300009&lng=es&tlng=es.
- Fontalvo-Herrera, Tomás J., Delahoz, Enrique J., & Mendoza-Mendoza, Adel A.. (2018). Aplicación de Minería de Datos para la Clasificación de Programas Universitarios de Ingeniería Industrial Acreditados en Alta Calidad en Colombia. *Información tecnológica*, 29(3), 89-96. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642018000300089>
- Gálvez Toro, A. (2001). *Enfermería Basada en la Evidencia. Cómo incorporar la investigación a la práctica de los cuidados*. Granada: Fundación Index.
- Gámez de la Hoz, J., & Padilla Fortes, A. (2015). *Revista General de Información y Documentación* ISSN: 1132-1873 Vol. 25-2 (2015) 227-244 http://dx.doi.org/10.5209/rev_RGID.2015.v25.n2.51229 Análisis de contenidos de páginas web sobre servicios de control de plagas en salud pública. 1-18.
- Guirao Goris, Silamani J. Adolf. (2015). Utilidad y tipos de revisión de literatura. *Ene*, 9(2) <https://dx.doi.org/10.4321/S1988-348X2015000200002>
- Hart, C. (1998). *Doing a literature review*. London: Sage Publications.
- Herrera Capdevilla, P., & Sepúlveda, J. D. (2010). Análisis de las principales tendencias en torno a las líneas de investigación de los grupos de ingeniería industrial en Colombia. *Teknos*.
- IISE. (20 de 04 de 2021). Instituto de ingenieros industriales y de sistemas. Obtenido de <https://www.iise.org/details.aspx?id=282>
- Macías Ponce, J. L., Contreras Bonilla, S., & Pérez Córdova, C. A. (2015). TENDENCIAS DE LA INGENIERÍA INDUSTRIAL APOYADAS EN LOS PROCESOS DE ACREDITACIÓN (ENFOQUE SISTÉMICO). Obtenido de ANFEI: <https://www.anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/213>
- Melo Mayorga, J. A. (2019). TENDENCIAS Y UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA, RESULTANTE EN LOS GRUPOS DE INVESTIGACIÓN RECONOCIDOS POR COLCIENCIAS, EN EL ÁREA DEL CONOCIMIENTO DE LAS CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN DEL AÑO 2017 .
- Monsalve Fonnegra, G., Echaverría Cuervo, J., & Alvarez Gallo, S. (2020). Estudio cuantitativo y bibliométrico como instrumento de análisis de tendencias en

educación superior. Caso ingeniería industrial y programas afines. Espacios.

Niebel's Methods, Standards, & Work Design. Freivalds, Andris; Niebel, Benjamin; McGraw-Hill Higher Education. 2014

Portafolio. (18 de Octubre de 2019). Las 10 carreras con más trabajo en Colombia. Obtenido de <https://www.portafolio.co/economia/empleo/las-10-carreras-con-mas-trabajo-en-colombia-534709>

Salas, et al. (2017). 25 Años de Psykhe: Un Análisis Bibliométrico. Scielo. Recuperado de https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-22282017000100002&script=sci_arttext&tlng=e

Valencia Arias, A., Bedoya-Corrales, L., Ocampo Osorio, C., Trespalacio González, A. M., & García Arango, D. A. (2020). Productividad investigativa y tendencias en el campo de la ingeniería industrial a partir de un análisis bibliométrico. Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/David-Garcia-Arango/publication/348674973_Productividad_investigativa_y_tendencias_en_el_campo_de_la_ingenieria_industrial_a_partir_de_un_analisis_bibliometrico/links/600a36b645851553a05fe6a7/Productividad-investigativ

Work Systems and Methods, Measurement and Management of Work. Groover, Mikell P. Prentice Hall. 2007

Zartha Sossa, J. W., Arango Alzate, B., Vélez Salazar, F. M., Coy Mesa, D. A., Méndez Naranjo, K., Orozco Mendoza, G. L., . . . Ríos Jaramillo, L. M. (2013). Estudio de prospectiva de la ingeniería industrial al 2025 en algunos países

miembros de la OEA. Latin American and Caribbean Journal of Engineering Education .