



ARTÍCULO ORIGINAL

Tendencias de la producción científica en el área Industrial and Manufacturing Engineering en Scopus entre 2017 y 2021

Trends in scientific production in the Industrial and Manufacturing Engineering area in Scopus between 2017 and 2021

Alejandro Luis Cisnero-Piñero¹  , Maria Carla Fernández Delgado² , Julio Alberto Ramírez-Mendoza³ 

¹Universidad de Pinar del Río “Hermanos Saíz Montes de Oca.” Facultad de Ciencias Técnicas, Carrera de Ingeniería Industrial. Pinar del Río, Cuba.

²Universidad Tecnológica de La Habana “José Antonio Echeverría”. Facultad de Ingeniería Química. La Habana, Cuba.

³Universidad Tecnológica de La Habana “José Antonio Echeverría”. Facultad de Ingeniería Civil. La Habana, Cuba.

Citar como: Cisnero-Piñero AL, Fernández-Delgado MC, Ramírez-Mendoza JA. Trends in scientific production in the Industrial and Manufacturing Engineering area in Scopus between 2017 and 2021. Data & Metadata. 2022; 1:6. <https://doi.org/10.56294/dm20226>

Enviado: 12-10-2022

Revisado: 28-10-2022

Aceptado: 19-11-2022

Publicado: 24-11-2022

Editor: Prof. Dr. Javier González Argote 

Artículo revisado por pares

RESUMEN

Introducción: la ingeniería industrial y de manufactura se enfoca en diseñar, mejorar y optimizar sistemas de producción y operaciones empresariales para mejorar la eficiencia, efectividad, calidad y rentabilidad de las empresas.

Objetivo: caracterizar la producción científica en publicada en Scopus en el área de investigación *Industrial and Manufacturing Engineering* entre 2017 y 2021.

Método: análisis observacional, descriptivo y bibliométrico de los artículos publicados en Scopus en el área de investigación *Industrial and Manufacturing Engineering* entre 2017 y 2019. Se empleó SciVal como herramienta métrica basada en los datos colectados desde Scopus para el análisis del área basado en indicadores de producción citación y colaboración.

Resultado: fueron publicados 357 310 artículos en el área de investigación *Industrial and Manufacturing Engineering*, donde el 21 % respondió de igual forma al área Ciencias Ambientales, el 18,7 a Energía y el 17,8 % al área de Ciencias de la Computación. Las temáticas más productivas fueron los tópicos T.1114 (n= 3285) y T.3401 (n=1883). El 41,1 % de los artículos presentaron solo colaboración institucional. Según el percentil basado en el CiteScore, el 49,2 % de los artículos se publicaron en revistas Q1. La Academia China de Ciencias resultó la institución más productiva (5853).

Conclusiones: la producción científica en el área *Industrial and Manufacturing Engineering* se caracterizó por tendencias crecientes en volumen y decrecientes en citación, así como por la transdisciplinariedad, la interdisciplinariedad y la colaboración internacional y nacional. Los artículos fueron publicados mayormente en revistas de alto impacto.

Palabras clave: Bibliometría; Producción Científica; Ingeniería Industrial; *Industrial and Manufacturing Engineering*.

ABSTRACT

Introduction: industrial and manufacturing engineering focuses on designing, improving and optimizing production systems and business operations to improve the efficiency, effectiveness, quality and profitability of companies.

Objective: to characterize the scientific production published in Scopus in the Industrial and Manufacturing Engineering research area between 2017 and 2021.

Method: observational, descriptive and bibliometric analysis of the articles published in Scopus in the Industrial and Manufacturing Engineering research area between 2017 and 2019. SciVal was used as a metric tool based on the data collected from Scopus for the analysis of the area based on indicators of production citation and collaboration.

Result: 357 310 articles were published in the Industrial and Manufacturing Engineering research area, where 21 % responded equally to the Environmental Sciences area, 18,7 to Energy and 17,8 % to the Computer Science area. The most productive themes were the topics T.1114 (n= 3285) and T.3401 (n=1883). 41,1 % of the articles presented only institutional collaboration. According to the percentile based on the CiteScore, 49,2 % of the articles were published in Q1 journals. The Chinese Academy of Sciences was the most productive institution (5 853).

Conclusions: scientific production in the Industrial and Manufacturing Engineering area was characterized by increasing trends in volume and decreasing citations, as well as by transdisciplinarity, interdisciplinarity, and international and national collaboration. The articles were mostly published in high-impact journals.

Keywords: Bibliometrics; Scientific Production; Industrial Engineering; Industrial and Manufacturing Engineering.

INTRODUCCIÓN

La Ingeniería Industrial (II) es una rama de la ingeniería enfocada en el diseño, mejora y optimización de sistemas de producción, incluyendo procesos de fabricación, logística y gestión de operaciones. El objetivo principal de la ingeniería industrial es mejorar la eficiencia y la efectividad de los sistemas de producción y operaciones, con el fin de maximizar la productividad, minimizar los costos y mejorar la calidad de los productos y servicios.⁽¹⁾

El objeto de la II abarca varios aspectos de la producción y los procesos empresariales, incluyendo la gestión de la cadena de suministro, el diseño de fábricas y líneas de producción, el análisis y mejora de procesos, la automatización y robótica industrial, la planificación y programación de la producción, la logística y distribución de productos, y la gestión de la calidad.⁽²⁾

Para hacer frente a los desafíos sociales, la tecnología novedosa juega un papel importante. Para el avance de la tecnología, se hace necesario la socialización de los resultados de la investigación. En el campo de la ingeniería, y específicamente en los sistemas industriales y de producción la realidad no es diferente.

Los crecientes volúmenes de información producidas por la expansión de la ciencia condujeron a la creación de bases de datos, índices y catálogos de revistas científicas. Sin embargo, para contar con la mejor evidencia, para la toma de decisiones, no basta con organizar, se hace necesario cuantificar y evaluar la ciencia. En este aspecto, Scopus y la Web of Science se constituyen como bases de datos bibliográficas líderes, las cuales incorporan un conjunto de herramientas y módulos bibliométricas. De igual forma, se han creado softwares bibliométricos que permiten realizar mapas científicos, mapas de citas y co-palabras, así como el análisis de tendencias.⁽³⁾

La toma de decisiones como proceso presenta una alta complejidad, al no solo sustentarse en las competencias profesionales del decisor y su experiencia y práctica, sino que requiere de habilidades que permitan recopilar información, analizarla e interpretarla.

La investigación y publicación en permite poner a disposición de la comunidad académica y el público en general nuevos conocimientos. Esto fomenta, a su vez, la colaboración y el intercambio de ideas, y ayuda a mejorar la calidad, la innovación en los procesos de producción y en la gestión de sistemas y organizaciones.⁽⁴⁾ A la par, las experiencias resultantes de este proceso son empleadas para la formación de futuras generaciones.

La evaluación de la producción científica constituye, desde la perspectiva de los investigadores, una necesidad en la sociedad actual. Permite, mediante la aplicación de métricas de producción, visibilidad e impacto evaluar las tendencias actuales en investigación, identificar áreas emergentes y de oportunidad, así como la evaluación de instituciones, revistas, grupos de investigación e investigadores.⁽⁵⁾

La presente investigación se desarrolló con el objetivo de caracterizar la producción científica indexada en Scopus en el área de investigación *Industrial and Manufacturing Engineering* entre 2017 y 2021.

MÉTODO

Se realizó un análisis métrico de la información a los artículos publicados en el área de investigación *Industrial and Manufacturing Engineering* entre 2017 y 2021 en revistas indexadas en Scopus.

Se estudiaron los siguientes indicadores métricos:

- Número de documentos (Ndoc). Número total de documentos publicados en el área
- Porcentaje de documentos (% Ndoc) respecto al total de los artículos estudiados.
- Citas (NCit). Citas totales recibidas por los artículos indexados en Scopus.
- Citas por documento (Cpd). Promedio de citas recibidas por los documentos.
- Tipos de colaboración:
 - ✓ Sin colaboración o autoría única: documento donde solo aparece un autor nacional.
 - ✓ Colaboración institucional: documentos firmados por dos o más autores donde todos pertenecen a una misma institución.
 - ✓ Colaboración nacional: documentos firmados por dos o más autores donde no todos son de la misma institución dentro del país.
 - ✓ Colaboración Internacional: documentos en los que la filiación de sus autores incluya el domicilio en más de un país.
- Cuartiles (Q): los cuartiles de las revistas están definidos por las métricas de las revistas CiteScore, SNIP (Source-Normalized Impact per Paper) o SJR (SCImago Journal Rank). Los percentiles CiteScore, SNIP o SJR se utilizan para calcular cada cuartil: Q1 (≤ 25 percentil superior), Q2 (26-50 percentil), Q3 (51-75 percentil) y Q4 (76-100 percentil). Estos umbrales se calculan por separado para CiteScore, SNIP y SJR, no una vez para una combinación de ambas métricas de revistas.⁽⁶⁾
- *CiteScore* es una forma sencilla de medir el impacto de las citas de los títulos de las publicaciones seriadas, como las revistas. El cálculo de CiteScore se basa en la cantidad de citas de documentos (artículos, reseñas, documentos de conferencias, capítulos de libros y documentos de datos) de una revista durante cuatro años, dividida por la cantidad de los mismos tipos de documentos indexados en Scopus y publicados en esos mismos cuatro años.⁽⁷⁾
- *Source-Normalized Impact per Paper* (SNIP): mide el impacto de las citas de una revista. SNIP es una relación entre el "Impacto bruto por artículo", un tipo de cálculo de Citas por publicación, realmente recibido por la revista, en comparación con el "Potencial de citas", o Citas esperadas por publicación, del campo de esa revista. El SNIP tiene en cuenta las diferencias en las características disciplinarias y puede usarse para comparar revistas en diferentes campos. El valor promedio ponderado de SNIP para todas las revistas en Scopus es 1.
- *SCImago Journal Rank* (SJR): es un indicador de calidad de las revistas científicas basado en el número de citas recibidas por los artículos publicados en ella y la importancia de las revistas que citan estos artículos. El SJR se calcula mediante un algoritmo que tiene en cuenta la relevancia y la calidad de las citas recibidas donde las citas provenientes de revistas más importantes tienen un mayor peso en el cálculo de la métrica. El SJR se utiliza como una medida de la importancia relativa de las revistas científicas en un campo de investigación.⁽⁸⁾
- Áreas temáticas: es un sistema de clasificación utilizado por la base de datos bibliográfica Scopus para organizar las revistas académicas según su temática. Cada revista de Scopus se asigna a una o varias áreas temáticas ASJC en función de los temas que trata en sus artículos. Estas áreas temáticas son amplias categorías que abarcan varios campos relacionados, y se dividen en subcategorías para refinar aún más la clasificación.⁽⁹⁾
- Publicaciones: hace referencia a la revista indexada en Scopus donde se publicó el artículo
- Instituciones: hace referencia a las instituciones a la cual reportaron los investigadores que se encontraban afiliados.

Para la obtención de la información se accedió a SciVal en octubre de 2022, en la sección -Área de investigación- se filtraron las áreas temáticas hasta seleccionar el área "*Engineering*" y la subárea *Industrial and Manufacturing Engineering* (área 2209). Se procedió al análisis basado en la herramienta SciVal, de la cual se extrajeron los indicadores referentes al periodo 2017-2021.

RESULTADOS

Se reportó una producción científica de 357436 artículos y se recibieron 4 046 606 citas. Se identificó al año 2021 como el más productivo (20,93 %) y el año con mayor volumen de citas el 2018 (23,98 %). La mayor variación de la producción científica se reportó entre 2017 y 2018 (9,63 %); de igual forma, se registró una tendencia decreciente en cuanto a las citas, donde entre 2020 y 2021 existió una variación del -60 % (tabla 1).

El análisis de las áreas temáticas mostró el 100 % respondían al área Ingeniería, el 21 % a las Ciencias Ambientales, el 18,7 % al área Energía y el 17,8 % a las Ciencias de la Computación (figura 1). El análisis a nivel micro dentro del área Ingeniería identificó que el 22 % respondía al área de Ingeniería mecánica, el 17,1 % a la Ingeniería Eléctrica y el 15,2 % a la ingeniería de Sistemas y Control.

Tabla 1. Distribución por año de la producción científica y citas del área *Industrial and Manufacturing Engineering* en Scopus, 2017-2021

Año	Ndoc	% Ndoc	TvarNd	NCit	%	Tvar
2017	63610	17,8	0	968631	23,94	0
2018	70387	19,69	9,63	970530	23,98	0,20
2019	73992	20,7	4,87	896521	22,15	-8,26
2020	74642	20,88	0,87	745188	18,42	-20,31
2021	74805	20,93	0,21	465736	11,51	-60

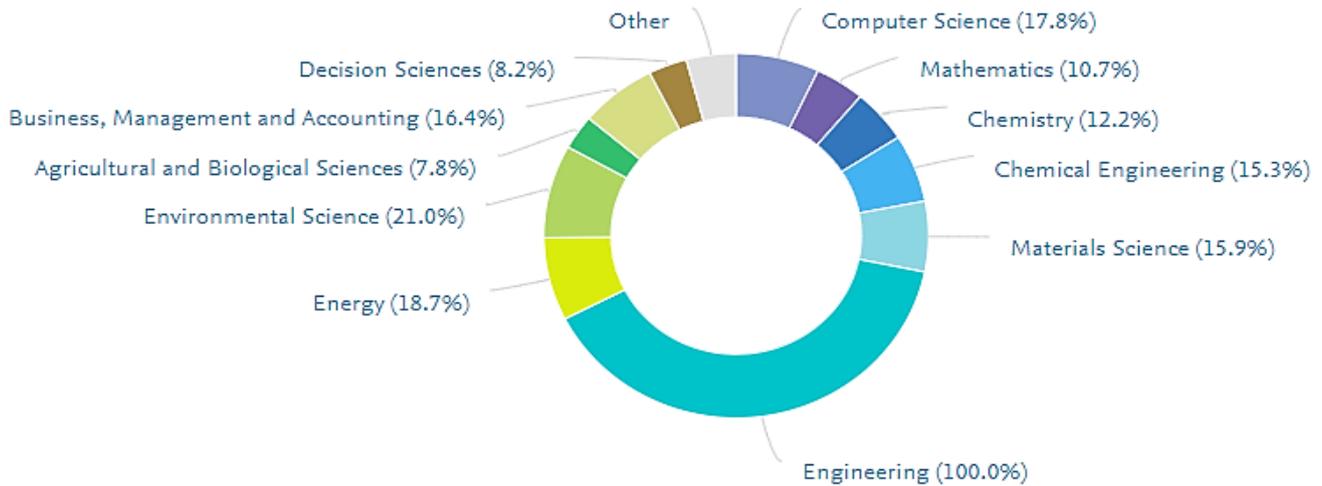


Figura 1. Distribución de la producción científica por áreas temáticas

A nivel temático, se identificaron 26 624 temas y 1 419 grupos temáticos o *clusters*. Los temas con mayor producción científica se recogen en la tabla 2.

Tabla 2. Temas más productivos en el área *Industrial and Manufacturing Engineering* en Scopus, 2017-2021

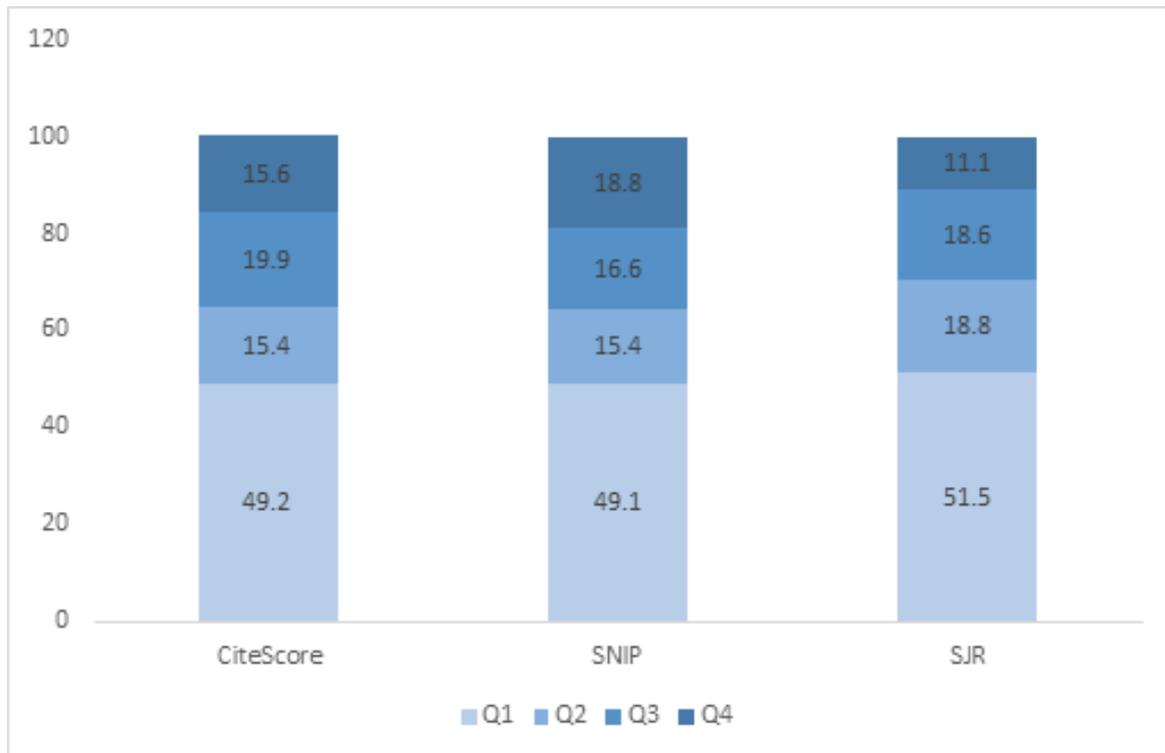
Tema	Número del tema	Ndoc	FWCI	PP
Microstructure; Titanium Alloy (TiAl6V4); Inconel (Trademark)	T.1114	3282	2,24	99,979
Fused Deposition Modeling; Mechanical Properties; 3D Printers	T.3401	1881	1,96	99,901
Electric Discharge Machining; Wire; Tool Wear	T.79	1325	1,01	99,185
Supply Chain; Environmentally Preferable Purchasing; Green Practices	T.2569	1124	2,87	99,933
Closed-Loop Supply Chain; Remanufacturing; Reverse Logistics	T.338	1085	1,8	99,788

Predominó la colaboración solo institucional (41,1 %); solo el 9,9 % de los artículos se publicó con un solo autor (tabla 3). Se identificó, además, que solo el 3,7 % de los artículos mostraron colaboración académica - corporativa.

Tabla 3. Distribución de la producción científica según tipo de colaboración

Tipo de colaboración	%	Ndoc	NCit	Cpd	FWCI
Internacional	18,4	65 700	1 213 775	18,5	1,62
Solo nacional	30,7	109 629	1 300 179	11,9	1,12
Solo institucional	41	146 719	1 330 108	9,1	0,97
Sin colaboración (solo un autor)	9,9	35 262	104 626	3	0,35

Se encontró que, tomando como referencia tanto el *CiteScore*, el SNIP o el SJR, el mayor porcentaje de los artículos se publicó en revistas Q1 (49,2 %; 49,1 %; 51,5 % respectivamente) (figura 2).



Los artículos fueron publicados en 115 recursos electrónicos con indexación en Scopus (revistas y actas de congresos). En la tabla 4 se exponen las 10 fuentes más productivas y sus indicadores. Se puede observar que no coincidió el orden de las revistas al comparar documentos publicados y las citas recibidas.

Título	Ndoc	NCit	Cpd
Lecture Notes in Electrical Engineering	23 216	24 143	1
Journal of Cleaner Production	21 099	713 982	33,8
Chemical Engineering Journal	15 093	632 103	41,9
Energy	11 319	315 109	27,8
SAE Technical Papers	10976	23 018	2,1
International Journal of Advanced Manufacturing Technology	9 083	116 427	12,8
Industrial & Engineering Chemistry Research	9 028	122 691	13,6
Applied Thermal Engineering	8 217	183 269	22,3
Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management	5 979	4 152	0,7
Procedia CIRP	5 675	46 513	8,2

Con respecto a las instituciones, 9 de las 10 instituciones más productivas pertenecen a China. Encabezan la lista la Academia de Ciencias de China (Ndoc=5 852), el Centro Nacional para la Investigación Científica de Francia (CNRS) (Ndoc=4120) y la Shanghai Jiao Tong University (Ndoc=3 413).

DISCUSIÓN

La ingeniería es un campo profesional que utiliza de manera sistemática los conocimientos en matemáticas y ciencias naturales adquiridos a través de procesos educativos y experienciales, con el fin de desarrollar soluciones viables para las necesidades y desafíos de la humanidad.

Arriojas Tocuyo et al.⁽¹⁰⁾ realizaron un estudio para describir la producción científica latinoamericana en ingeniería. El estudio identificó una tendencia al aumento en cuanto a la producción científica, hecho que coincide con lo reportado en la presente investigación. De igual forma, este resultado coincide con lo identificado por Fleitas Triana et al.⁽¹¹⁾ quienes identificaron una tasa de variación positiva en cuanto a la producción científica de la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Tecnológica de La Habana “José Antonio Echeverría”.

Este hecho es considerado por los autores como esperado, pues los avances constantes en la ciencia e innovación se vinculan en gran medida a las ingenierías, de ahí que un aumento en la producción científica sea reflejo del avance de la sociedad.

De igual forma, se mostró coincidencia con la literatura⁽¹⁰⁾ en cuanto a la disminución del número de citas. Esto puede considerarse determinado por varios factores, como el aumento del número de revistas y de la producción científica y por ende la disgregación de las citas,

La identificación de las Ciencias Ambientales, Energía y la Computación como áreas interrelacionadas con la ingeniería industrial y manufacturera en el proceso de publicación científica se justifica en varios elementos. Esto puede deberse a la necesidad de implementar soluciones sostenibles y eficientes en la producción industrial, el uso de fuentes de energía renovable, así como la aplicación de herramientas y tecnologías de la computación en los procesos industriales. Además, esto podría indicar una posible tendencia hacia la interdisciplinariedad en la investigación en Ingeniería Industrial, ya que estas áreas están estrechamente relacionadas con otras disciplinas científicas y tecnológicas.

Por otra parte, desde la visión de los investigadores, que como subáreas específicas dentro de la Ingeniería destaquen la Ingeniería Mecánica, la Ingeniería Eléctrica y la Ingeniería de Sistemas y Control era de esperarse al ser áreas fundamentales de la ingeniería que abordan problemáticas y desafíos complejos y de gran importancia en la sociedad moderna.

Los nuevos modelos de la ciencia han cambiado la dinámica de interrelación entre las instituciones. Por ello, la combinación del trabajo colaborativo se ha establecido como una marca de oportunidad para lograr objetivos estratégicos. Por ello, las relaciones entre las instituciones se encuentran determinado por las posibilidades de avance sustentadas en las potencialidades de los centros cooperantes.⁽⁵⁾

La colaboración, ya sea a nivel de departamentos, entidades nacionales o entre actores de diferentes países permite el acceso a recursos tangibles e intangibles. Por ello, la colaboración internacional ha ganado peso en los últimos años tanto en la innovación como en la comunicación científica.

De igual forma, la colaboración entre instituciones educativas e instituciones productivas (vínculo Universidad-Empresa) constituye una necesidad. Sobre ello, un estudio realizado por Argota-Pérez et al.⁽⁵⁾ mostró que la existencia de conexiones entre los centros de producción y formación en materia de ciencia y los centros de producción de servicios, por ejemplo, los tecnológicos, permite generar innovaciones con impacto en la sostenibilidad social. Esta relación permite la transferencia de conocimiento y tecnología entre ambas entidades, fomenta la innovación, promueve la formación de profesionales altamente capacitados y contribuye al desarrollo económico y social del país.

Con respecto a las revistas donde se publicó el mayor número de artículos, solo se coincide con una de las reportadas sobre logística por Monsalve Fonnegra y col.⁽¹²⁾, la *Journal of Cleaner Production*. Esto se debe a que, aunque ambos estudios se centran en la producción científica sobre Ingeniería Industrial, ese estudio es específico sobre la investigación en educación. De igual forma se difiere con lo reportado por Madsen et al.⁽¹³⁾ quien analizó el surgimiento y emergencia de la investigación y emergencia del tema Industrias 5.0. Esto es el resultado de la especialización alcanzada por las revistas en este campo.

China se ha convertido en una potencia científica en varias áreas del conocimiento. Este hecho está determinado por varios factores, todos relacionados al desarrollo en ciencia e innovación tecnológica y por ende la investigación como política de las instituciones y el gobierno.⁽¹⁴⁾

La producción científica en el área *Industrial and Manufacturing Engineering* se caracterizó por tendencias crecientes en volumen y decrecientes en citación, así como por la transdisciplinariedad, la interdisciplinariedad y la colaboración internacional y nacional. Los artículos fueron publicados mayormente en revistas de alto impacto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Davim P, editor. *Lecture Notes on Multidisciplinary Industrial Engineering*. Springer; 2022.
2. Singh RP, Tyagi M, Panchal D, Davim JP, editors. *Proceedings of the International Conference on Industrial and Manufacturing Systems (CIMS-2020)*. Springer Nature Switzerland AG; 2022.
3. Romero-Silva R, de Leeuw S. Learning from the past to shape the future: A comprehensive text mining analysis of OR/MS reviews. *Omega*. 2021;100:102388. doi: 10.1016/j.omega.2020.102388.

4. Ahamad Shaik F. La importancia de fomentar la investigación en ingeniería, salud, ciencia y tecnología de la región Asia-Pacífico. *Salud Cienc. Tecnol.* 2022; 2(S2):270.
5. Argota Pérez G, Aliaga Guillen E, Pari Olarte JB, Solano García CG, Chacaltana Ramos L, Velásquez Salcedo LF. Productividad científica profesional mediante indicadores de reconocimiento o visibilidad y de pertenencia repulsiva. *Campus* 2019; 24(28):5. <https://doi.org/10.24265/campus.2019.v24n28.05>
6. SciVal Support Center. Publications in Journal Quartiles - SciVal Support Center. 2022. https://service.elsevier.com/app/answers/detail/a_id/29508/supporthub/scival/
7. SciVal Support Center. CiteScore - SciVal Support Center. 2022. https://service.elsevier.com/app/answers/detail/a_id/29859/supporthub/scival/p/10961/
8. Guerrero-Bote VP, Moya-Anegón F. A further step forward in measuring journals' scientific prestige: The SJR2 indicator. *Journal of Informetrics* 2012; 6(4):674-688. doi: 10.1016/j.joi.2012.07.004
9. Elsevier. Content coverage guide - Scopus [Internet]. 2022 [cited 2023 Feb 23]. Available from: <https://www.elsevier.com/solutions/scopus/how-scopus-works/content/content-coverage-guide>
10. Arriojas Tocuyo DDJ, Marín Velásquez TD. Producción científica en Ingeniería: análisis comparativo de países de Suramérica del 2008 al 2018. *Revista Universidad y Sociedad* 2021; 13(3):84-93.
11. Fleitas Triana M, Hernández Oquendo C, Guerra Castillo S. Visibilidad e impacto de la producción científica de la Facultad de Ingeniería Industrial de la Cujae de Cuba (2003-2012). *Investigación Bibliotecológica: archivonomía, bibliotecología e información* 2018; 0(nesp1):149-185. <http://dx.doi.org/10.22201/iibi.24488321xe.2017.nesp1.57889>
12. Monsalve Fonnegra GP, Echavarría Cuervo JH, Alvarez Gallo SM. Scientometric and bibliometric study as an instrument of trend analysis in higher education. Case industrial engineering and related programs. *Rev Espacios.* 2020;41(28).
13. Madsen DØ, Berg T. An Exploratory Bibliometric Analysis of the Birth and Emergence of Industry 5.0. *Applied System Innovation* 2021; 4(4):87. doi: 10.3390/asi4040087.
14. Haro Sly MJ. La política científica y tecnológica de China y la cooperación sino-argentina. *Ciencia, tecnología Y política.* 2019;2(3):029. doi: 10.24215/26183188e029.

FINANCIACIÓN

Los autores no recibieron financiación para el desarrollo de la presente investigación.

CONFLICTO DE INTERESES

No se declara conflicto de intereses.

CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA

Conceptualización: Alejandro Luis Cisnero-Piñeiro.

Investigación: Alejandro Luis Cisnero-Piñeiro, Maria Carla Fernández-Delgado, Julio Alberto Ramírez-Mendoza

Metodología: Alejandro Luis Cisnero-Piñeiro, Maria Carla Fernández-Delgado

Análisis formal: Alejandro Luis Cisnero-Piñeiro, Julio Alberto Ramírez-Mendoza

Investigación: Alejandro Luis Cisnero-Piñeiro, Maria Carla Fernández-Delgado, Julio Alberto Ramírez-Mendoza

Redacción - Borrador original: Alejandro Luis Cisnero-Piñeiro, Maria Carla Fernández Delgado, Julio Alberto Ramírez-Mendoza

Redacción - Revisión y edición: Alejandro Luis Cisnero-Piñeiro, Maria Carla Fernández Delgado, Julio Alberto Ramírez-Mendoza