

# CALIDAD EN LA EDUCACIÓN EN INGENIERÍA: UN ANÁLISIS BIBLIOMÉTRICO

Liliana Pedraja-Rejas, Universidad de Tarapacá, [lpedraja@uta.cl](mailto:lpedraja@uta.cl)  
Emilio Rodríguez-Ponce, Universidad de Tarapacá, [erodriguez@uta.cl](mailto:erodriguez@uta.cl)  
Camila Muñoz-Fritis, [camila.munoz.fritis@gmail.com](mailto:camila.munoz.fritis@gmail.com)

## RESUMEN

Este estudio tuvo como objetivo realizar una revisión de la producción científica global acerca de la calidad en la educación en ingeniería. A través de un enfoque bibliométrico, se revisó la literatura disponible en Web of Science desde 2005 hasta el mes de julio de 2024. Se examinó la estructura conceptual mediante el análisis de co-ocurrencia de palabras clave, la estructura intelectual a través del análisis de co-citación de autores y la estructura social mediante el análisis de coautoría de países. Los hallazgos indicaron que la calidad de la educación en ingeniería se aborda principalmente de cinco maneras: 1) Acreditación de programas; 2) Calidad del proceso de enseñanza-aprendizaje, con énfasis en enfoques y herramientas como el aprendizaje activo, el uso de tecnologías y la innovación curricular; 3) Calidad de los graduados de ingeniería; 4) Impacto de la pandemia en la educación en ingeniería; y 5) Género y diversidad en ingeniería. Además, se encontró que Estados Unidos ocupa una posición central en la producción científica sobre el tema y que las colaboraciones científicas internacionales no parecen estar limitadas por la proximidad geográfica ni por la similitud cultural. Se concluye que las áreas temáticas reflejan un compromiso integral con la mejora continua y la adaptación de la educación en ingeniería a las necesidades y desafíos actuales.

**PALABRAS CLAVES:** calidad, ingeniería, educación superior, universidades, bibliometría

## INTRODUCCIÓN

Las universidades deben formar ingenieros competentes que puedan responder al mercado competitivo y global actual, capaces de transformar la tecnología en soluciones y de convertir esas soluciones en operaciones efectivas (Broo et al., 2022). Además, la educación en ingeniería es esencial para el desarrollo humanitario, social y económico, así como para enfrentar los numerosos desafíos de sostenibilidad (Hadgraft & Kolmos, 2020).

Los requerimientos del siglo XXI, pueden ser respondidos por los ingenieros no solo enfocándose en el dominio técnico, sino también en el desarrollo de habilidades blandas, tales como la comunicación, trabajo en equipo, liderazgo y la colaboración inter y transdisciplinaria (Cruz et al., 2020). Estas competencias son esenciales para que los ingenieros puedan adaptarse a entornos laborales dinámicos y resolver problemas complejos de manera efectiva.

En este contexto, este estudio se propuso como objetivo realizar una revisión de la producción científica global en torno a la calidad en la educación en ingeniería. Se pretende aportar al entendimiento de este importante tema mediante la identificación de tendencias en la base de conocimiento actual.

## METODOLOGÍA

Las revisiones de la literatura ayudan a reconocer y resumir la bibliografía pertinente en un área de estudio, ofreciendo una comprensión actualizada del tema y permitiendo identificar brechas



- Clúster 1 (rojo) etiquetado como “Uso de tecnología en el proceso de enseñanza-aprendizaje”: El uso de las tecnologías de la información y la comunicación han modificado y mejorado la educación y las técnicas de aprendizaje (Achuthan et al., 2020), pues permiten la comunicación de información en cualquier momento y lugar, establecer actividades sociales, ampliar la posibilidad de acceso a la educación (Haleem et al., 2022), entre otras cosas. Los artículos analizados abordan temas como los laboratorios virtuales (ej. Achuthan et al., 2020), la inteligencia artificial (Neyem et al., 2024) y el e-learning (Turan, 2018).
- Clúster 2 (verde) etiquetado como “Ética, sostenibilidad y calidad”: Actualmente, se reconoce la importancia de formar graduados en ingeniería de calidad que sean capaces de reconocer sus responsabilidades éticas y profesionales, y de tomar decisiones informadas considerando el impacto de las soluciones de ingeniería en contextos globales, económicos, ambientales y sociales (Miller & Brumbelow, 2017). Con esto en mente, algunos trabajos se enfocaron en reflexionar sobre el comportamiento ético para alcanzar resultados de calidad (Momete, 2019), analizar la construcción discursiva de la ética y reflexión en un curso (Lönngren, 2021), explorar las percepciones de los estudiantes (Miller & Brumbelow, 2017) y profesores (Swartz, 2021) sobre sostenibilidad y ética, entre otros.
- Clúster 3 (azul) etiquetado como “Aprendizaje activo e innovación curricular”: El aprendizaje activo promueve la participación cognitiva y significativa de los estudiantes en el proceso educativo, fomentando el pensamiento crítico sobre el contenido y preparándolos para enfrentar los desafíos del mundo real (Silva et al., 2019). Dentro de las prácticas innovadoras evaluadas se encuentran el aprendizaje basado en proyectos (Abellán-Nebot, 2020), en problemas (Abbott et al., 2020) y las clases interactivas (Rambocas & Sastry, 2017).
- Clúster 4 (amarillo) etiquetado como “Género, evaluación y diseño”: Algunos estudios de la muestra analizan el género como un factor influyente en el desempeño empresarial de los estudiantes (Neumeyer & Santos, 2020), como un diferenciador en la valoración de la calidad de la enseñanza y los profesores (Price et al., 2017; Gupta et al., 2018), y como un atributo deseable en puestos de liderazgo (Harrison & Klotz, 2010). Por otra parte, un grupo de trabajos aborda el diseño de ingeniería a través del análisis de la argumentación y reflexión metacognitiva (Seppanen, 2023), creación de un instrumento de medición de autoeficacia (Major et al., 2020), exploración del efecto de las intervenciones basadas en Mindfulness en el estrés cognitivo de los estudiantes y la creatividad (Nolte et al., 2023), por nombrar algunos de ellos.
- Clúster 5 (morado) etiquetado como “Software, análisis de tareas y trabajo en equipo”: Algunos artículos de la muestra colocan la Ingeniería de Software como foco central. Aquí se discuten aspectos como modelos de aprendizaje (Lin, 2021), instrucción entre pares (Ruiz de Miras et al., 2022), utilización de softwares y herramientas para mejorar el desempeño en los cursos (Agner et al., 2019; Raza et al., 2019), trabajo en equipo (Bastarrica et al., 2023), procesos de planificación y resolución de tareas (Bollin et al. 2018).
- Clúster 6 (celeste) etiquetado como “Aseguramiento de la calidad y acreditación”: La calidad de los ingenieros formados por una institución académica se suele garantizar mediante la acreditación de los programas de ingeniería y la certificación de los graduados (Bennedsen et al., 2020). Así las cosas, un grupo de trabajos reflexiona sobre el proceso de acreditación de programas de ingeniería en países como Rusia (Chuchalin et al., 2007), Taiwán (Hou et al., 2015), Malasia (Mohd Said et al., 2013), Canadá (Easa, 2013), Sudáfrica (Mutereko, 2018), entre otros.

- Clúster 7 (naranja) etiquetado como “Aprendizaje en línea o semipresencial en tiempos de pandemia”: Desde que se declaró la emergencia por el covid-19 en diciembre de 2019, la mayoría de las instituciones educativas se vieron obligadas a cambiar su estilo de aprendizaje presencial al aprendizaje en línea (Alkabaa, 2022). En este contexto, varios trabajos se han propuesto reflexionar sobre los desafíos y oportunidades de la educación a distancia (Oprış et al., 2020; Felder et al., 2021), explorar la satisfacción y experiencia de los estudiantes (Giray, 2021; Deters et al., 2024) y examinar las percepciones de los profesores (Akhtar et al., 2023) sobre esta modalidad, entre otros aspectos.
- Clúster 8 (café) etiquetado como “Cursos en línea masivos y abiertos”: Los MOOC, por sus siglas en inglés, son cursos en línea diseñados para proporcionar una educación abierta y sin restricciones a través de Internet, facilitando nuevos estilos y métodos de enseñanza (Zotova et al., 2021). Un grupo de trabajos de la muestra se enfocaron en los MOOC y establecieron como objetivo evaluar este tipo de plataformas (Gamage et al., 2020), medir la participación de los estudiantes en estos cursos (Lim et al., 2018), presentar un marco para crear un curso MOOC desde cero (de Amescua Seco et al., 2016), presentar una arquitectura basada en tecnologías para apoyar la inclusión de materiales abiertos en estas plataformas (Piedra et al., 2015), entre otros.

Por lo tanto, el análisis de co-ocurrencia de palabras clave revela una diversidad de temáticas abordadas en la investigación actual, que abarca desde la implementación de tecnologías en el aprendizaje hasta cuestiones éticas y de sostenibilidad, pasando por innovaciones curriculares y modalidades de enseñanza en línea. Esto subraya la complejidad del campo y la necesidad del empleo de enfoques multidisciplinarios para abordar los desafíos contemporáneos de la calidad en la educación en ingeniería.

*Estructura intelectual*

El análisis de co-citación de autores es utilizado para mapear dominios de conocimiento y representar estructuras intelectuales científicas. Se basa en la idea de que cuanto mayor sea la frecuencia de co-citación entre autores, más estrecha será su relación temática (Bu et al., 2020). La Figura N° 2 muestra la red de co-citación de autores.

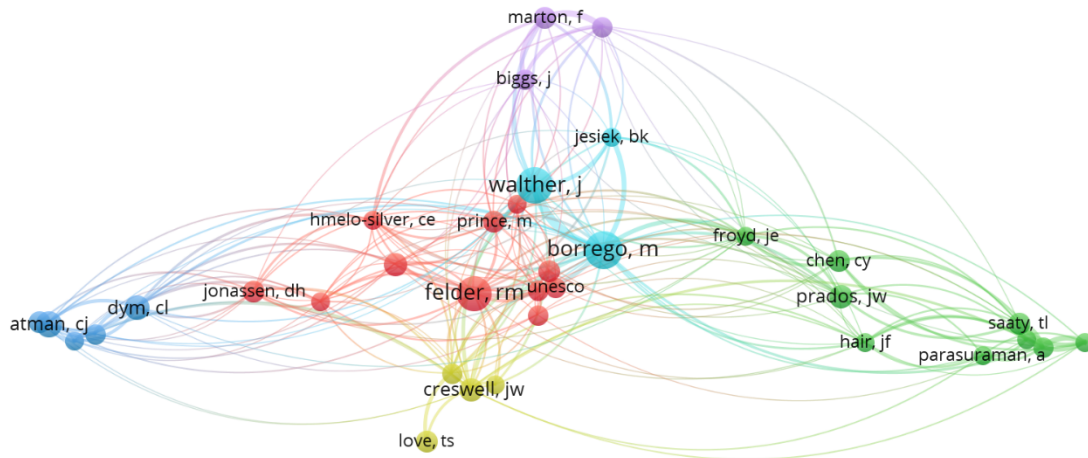


Figura N° 2. Co-citación de autores (mínimo 15 co-citaciones).

En efecto, con la ayuda de VOSviewer se identificó seis conglomerados. En el clúster 1 (rojo), destacan los investigadores R. M. Felder, E. F. Crawley y M. Prince. Abordan temas como las prácticas educativas, entre ellas el uso de la tecnología y el aprendizaje activo, así como investigaciones educativas en el campo de la educación en ingeniería. En el clúster 2 (verde), los autores significativos son T. L. Saaty, C. Y. Chen y J. E. Froyd, quienes se centran en la ingeniería de software, los proyectos de ingeniería y la toma de decisiones.

En el clúster 3 (azul), sobresalen C. J. Atman, C. L. Dym y C. M. Cunningham, quienes han investigado aspectos como el diseño de ingeniería y las prácticas de ingeniería. Por otro lado, en el clúster 4 (amarillo) figuran J. W. Creswell, T. S. Love y E. L. Deci, cuyos trabajos se centran en el diseño de la investigación, la alfabetización tecnológica, los conocimientos y prácticas de los profesores para enseñar de manera efectiva, la motivación intrínseca y la teoría de la autodeterminación.

El clúster 5 (morado) incluye a investigadores como J. Biggs, F. Marton y K. Trigwell, enfocados en la enseñanza de calidad, los diferentes enfoques de aprendizaje y la fenomenografía como método de investigación cualitativa. Finalmente, en el clúster 6 (celeste) destacan M. Borrego, B. K. Jesiek y J. Walther, cuyos trabajos abordan aspectos como la investigación colaborativa, interpretativa y de calidad, la colaboración interdisciplinaria, la enseñanza basada en la evidencia y en la comunidad, así como las decisiones éticas y la empatía en la formación y el ejercicio de la ingeniería.

*Estructura social*

El análisis de co-autoría permite evaluar las interacciones sociales y relaciones entre autores, así como sus afiliaciones a diferentes países e instituciones, y su impacto correspondiente en el desarrollo del campo de investigación (Donthu, 2021). La Figura N° 3 muestra la red de co-autoría de los principales países de afiliación de los autores.

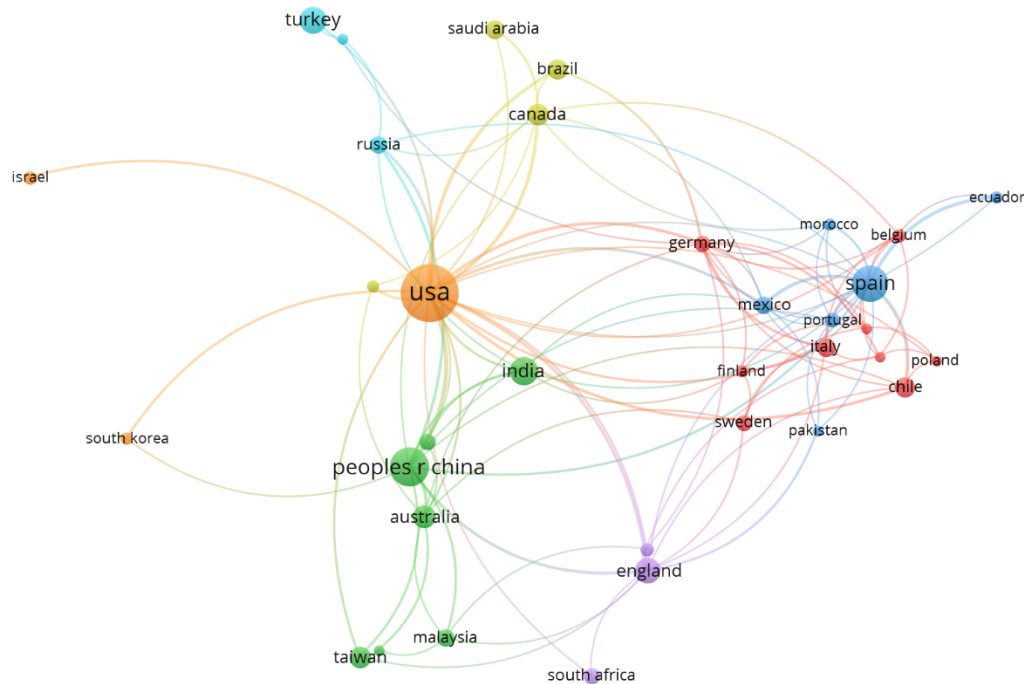


Figura N° 3. Co-autoría de los principales países (mínimo 5 co-autorías).

VOSviewer identificó siete grupos de colaboración visualizados con distintos colores. Los nodos más grandes representan los países más productivos. En este caso Estados Unidos (EE.UU.) se alza como el país más productivo y como centro de investigación de la temática. Los países con mayor fuerza total de enlaces fueron EE.UU. (Total Link Strength = 54), seguido de China (TLS = 28) y España (TLS = 27). La conformación de los grupos de colaboración es diversa en términos de ubicación geográfica e idioma.

## CONCLUSIONES

Del estudio realizado emergen importantes conclusiones. En primer lugar, se halló que la calidad de la educación en ingeniería se aborda de cinco formas principales: 1) Acreditación de programas; 2) Calidad del proceso de enseñanza-aprendizaje, con énfasis en enfoques y herramientas como el aprendizaje activo, el uso de tecnologías y la innovación curricular; 3) Calidad de los graduados de ingeniería, preparados para responder a los requerimientos del siglo XXI, incluyendo sostenibilidad y ética; 4) Impacto de la pandemia en la educación en ingeniería, evaluando y adaptando el aprendizaje en línea y semipresencial; y 5) Género y diversidad en ingeniería, investigando su impacto en la educación y el desempeño en el campo. Estas áreas de enfoque reflejan un compromiso integral con la mejora continua y la adaptación de la educación en ingeniería a las necesidades y desafíos actuales.

Segundo, del análisis de la estructura social del campo, se encontró que Estados Unidos es el centro de la producción científica en torno a la temática. Esto puede deberse a que el país destina importantes fondos federales a la educación en ingeniería permitiendo realizar investigaciones avanzadas y desarrollar programas educativos de alta calidad en el área (Klassen & Case, 2022). En cuanto a las colaboraciones científicas internacionales, se hallaron en general buenos niveles de cooperación y se observó que estas no parecían restringirse a la proximidad geográfica ni a la similitud cultural. Esto es algo positivo porque fomenta la diversidad de perspectivas y enfoques, enriqueciendo tanto el conocimiento como las soluciones propuestas. Además, la cooperación internacional facilita la transferencia de tecnología y la creación de nuevo conocimiento, lo que fortalece la capacidad de innovación y permite lograr avances significativos, mejorando la calidad de la investigación (Coccia & Wang, 2016).

Aunque este trabajo ofrece una visión general del campo de estudio sobre la calidad en la educación en ingeniería, no está exento de limitaciones. Por ejemplo, solo se analizó una única base de datos, lo que puede resultar en una captura incompleta de la información disponible en este campo de investigación. Además, los filtros utilizados restringieron el análisis de otros documentos que podrían proporcionar perspectivas adicionales. Futuras investigaciones podrían profundizar en esta temática para ampliar y enriquecer el entendimiento del campo.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a ANID por el patrocinio recibido mediante el proyecto FONDECYT Regular N° 1220568.

## REFERENCIAS

Abbott, D., et al. (2020). The potential of problem-based learning to enhance engineering education in African universities. *Journal of International Development*, 32(1), 44-61.

- Abellán-Nebot, J. V. (2020). Project-based experience through real manufacturing activities in mechanical engineering. *International Journal of Mechanical Engineering Education*, 48(1), 55-78.
- Achuthan, K., et al. (2020). Innovation adoption and diffusion of virtual laboratories. *International Association of Online Engineering*, 16(9), 1-25.
- Agner, L. T., et al. (2019). Student experience with software modeling tools. *Software & Systems Modeling*, 18, 3025-3047.
- Akhtar, S., et al. (2023). Online Mode of Teaching and Learning Process in Engineering Discipline: Teacher Perspective on Challenges Faced and Recommendations. *Education Sciences*, 13(2), 200.
- Alkabaa, A. S. (2022). Effectiveness of using E-learning systems during COVID-19 in Saudi Arabia: Experiences and perceptions analysis of engineering students. *Education and Information Technologies*, 27(8), 10625-10645.
- Bennedsen, J., et al. (2020). Collaborative quality enhancement in engineering education: an overview of operational models at a programme level. *European Journal of Engineering Education*, 45(1), 73-88.
- Bollin, A., et al. (2018). Applying a maturity model during a software engineering course—How planning and task-solving processes influence the course performance. *Journal of Systems and Software*, 144, 397-408.
- Broo, D. G., et al. (2022). Rethinking engineering education at the age of industry 5.0. *Journal of Industrial Information Integration*, 25, 100311.
- Bu, Y., et al. (2020). Considering author sequence in all-author co-citation analysis. *Information Processing & Management*, 57(6), 102300.
- Chuchalin, A., et al. (2007). The Russian system of higher education in view of the Bologna process. *International Journal of Electrical Engineering Education*, 44(2), 109-117.
- Coccia, M., & Wang, L. (2016). Evolution and convergence of the patterns of international scientific collaboration. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 113(8), 2057-2061.
- Cruz, M. L., et al. (2020). Evaluation of competency methods in engineering education: a systematic review. *European Journal of Engineering Education*, 45(5), 729-757.
- de Amescua Seco, et al. (2016). An agile framework definition for creating an engineering massive open online course from scratch: a case study. *The International Journal of Engineering Education*, 32(5), 2260-2273.
- Deters, J. R., et al. (2024). Engineering culture under stress: A comparative case study of undergraduate mechanical engineering student experiences. *Journal of Engineering Education*, 113(2), 468-487.
- Donthu, N., et al. (2021). How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, 133, 285-296.
- Easa, S. M. (2013). Framework and guidelines for graduate attribute assessment in engineering education. *Canadian Journal of Civil Engineering*, 40(6), 547-556.
- Felder, A. E., et al. (2021). Online engineering education in response to COVID-19: Overview of challenges in the United States and proposed active learning strategies. *International Journal of Engineering Education*, 37(6), 1470-1478.
- Gamage, D., et al. (2020). MOOCs lack interactivity and collaborativeness: Evaluating MOOC platforms. *International Journal of Engineering Pedagogy*, 10(2), 94-111.
- Giray, G. (2021). An assessment of student satisfaction with e-learning: An empirical study with computer and software engineering undergraduate students in Turkey under pandemic conditions. *Education and Information Technologies*, 26(6), 6651-6673.

- Gupta, A., et al. (2018). Analysis of students' ratings of teaching quality to understand the role of gender and socio-economic diversity in higher education. *IEEE Transactions on Education*, 61(4), 319-327.
- Hadgraft, R. G., & Kolmos, A. (2020). Emerging learning environments in engineering education. *Australasian Journal of Engineering Education*, 25(1), 3-16
- Haleem, A., et al. (2022). Understanding the role of digital technologies in education: A review. *Sustainable Operations and Computers*, 3, 275-285.
- Harrison, J., & Klotz, L. (2010). Women as sustainability leaders in engineering: Evidence from industry and academia. *International Journal of Engineering Education*, 26(3), 727-734.
- Hou, Y. C., et al. (2015). Is the Asian quality assurance system for higher education going glonacal? Assessing the impact of three types of program accreditation on Taiwanese universities. *Studies in Higher Education*, 40(1), 83-105.
- Klassen, M., & Case, J. M. (2022). Productive tensions? Analyzing the arguments made about the field of engineering education research. *Journal of Engineering Education*, 111(1), 214-231.
- Lim, S., et al. (2018). A semantic network model for measuring engagement and performance in online learning platforms. *Computer Applications in Engineering Education*, 26(5), 1481-1492.
- Lin, Y. T. (2021). Effects of flipped learning approaches on students' learning performance in software engineering education. *Sustainability*, 13(17), 9849.
- Lönngren, J. (2021). Exploring the discursive construction of ethics in an introductory engineering course. *Journal of Engineering Education*, 110(1), 44-69.
- Major, J. C., et al. (2020). Revisiting a measure of engineering design self-efficacy. *International Journal of Engineering Education*, 36(2), 749-761.
- Miller, G. R., & Brumbelow, K. (2017). Attitudes of incoming civil engineering students toward sustainability as an engineering ethic. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, 143(2), D4016002.
- Mohd Said, S., et al. (2013). Accreditation of engineering programs: An evaluation of current practices in Malaysia. *International Journal of Technology and Design Education*, 23, 313-328.
- Momete, D. C. (2019). Ethical behaviour as a means to deliver quality outcomes in higher education. *Calitatea*, 20(172), 41-44.
- Mutereko, S. (2018). Analysing the accreditation of engineering education in South Africa through Foucault's panopticon and governmentality lenses. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 43(2), 235-247.
- Neumeyer, X., & Santos, S. C. (2020). Makerspaces as learning sites at the intersection of engineering and entrepreneurship education. *International Journal of Engineering Education*, 36(4), 1295-1301.
- Neyem, A., et al. (2024). Towards an AI knowledge assistant for context-aware learning experiences in software capstone project development. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 17, 1639-1654.
- Nolte, H., et al. (2023). Investigating the relationship between mindfulness, stress and creativity in introductory engineering design. *Design Science*, 9, e20.
- Opriş, I., et al. (2020). Challenges and opportunities to overcome the impact of COVID-19 pandemic on power engineering education. *TEM Journal*, 9(4), 1687-1691.
- Öztürk, O., et al. (2024). How to design bibliometric research: An overview and a framework proposal. *Review of Managerial Science*, 1-29.
- Paul, J., & Criado, A. R. (2020). The art of writing literature review: What do we know and what do we need to know?. *International Business Review*, 29(4), 101717.
- Piedra, N., et al. (2015). Seeking open educational resources to compose massive open online courses in engineering education an approach based on linked open data. *Journal of Universal Computer Science*, 21(5), 679-711.

- Price, L., et al. (2017). The role of gender in students' ratings of teaching quality in computer science and environmental engineering. *IEEE Transactions on Education*, 60(4), 281-287.
- Rambocas, M., & Sastry, M. K. (2017). Teaching business management to engineers: The impact of interactive lectures. *IEEE Transactions on Education*, 60(3), 212-220.
- Raza, M., et al. (2019). Assisting software engineering students in analyzing their performance in software development. *Software Quality Journal*, 27, 1209-1237.
- Ruiz de Miras, J., et al. (2022). Using flipped classroom and peer instruction methodologies to improve introductory computer programming courses. *Computer Applications in Engineering Education*, 30(1), 133-145.
- Seppanen, M. (2023). The quality of argumentation and metacognitive reflection in engineering co-Design. *European Journal of Engineering Education*, 48(1), 75-90.
- Silva, W., et al. (2019). Students' and instructors' perceptions of five different active learning strategies used to teach software modeling. *IEEE Access*, 7, 184063-184077.
- Swartz, B. (2021). Ethics in engineering education 4.0: The educator's perspective. *SAIEE Africa Research Journal*, 112(4), 181-188.
- Turan, H. (2018). Assessment factors affecting e-learning using fuzzy analytic hierarchy process and SWARA. *The International Journal of Engineering Education*, 34(3), 915-923.
- Van Eck, N., & Waltman, L. (2010). Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. *Scientometrics*, 84(2), 523-538.
- Zotova, M., et al. (2021). The use of MOOCS in online engineering education. *International Journal of Engineering Pedagogy*, 11(3), 157-173.

