



Enseñanza de las matemáticas en ingeniería: características del contexto colombiano

**Guillermo Mejía Aguilar, Luis Fernando Arévalo Viveros,
Adriana Rocío Lizcano Dallos, Edith Johanna Mendoza Higuera**

**Universidad Industrial de Santander
Bucaramanga, Colombia**

Resumen

Las matemáticas son fundamentales en la formación académica y profesional de los ingenieros. Los procesos actuales de acreditación nacional e internacional de los programas de ingeniería promueven el desarrollo de competencias y la aplicación de las ciencias básicas, como las matemáticas, para resolver problemas y responder a las realidades del ejercicio profesional, caracterizadas por la complejidad y la incertidumbre. No obstante, desde los niveles básicos, el aprendizaje de las matemáticas se ve afectado por distintas dificultades, entre ellas, prácticas de enseñanza tradicionales centradas en la demostración y repetición de procedimientos, evaluación exclusivamente sumativa, entre otras. A pesar de los esfuerzos de las instituciones de educación superior por mejorar las estrategias pedagógicas, didácticas y el desarrollo de competencias, la enseñanza de las matemáticas en ingeniería se configura como un reto para la formación profesional. Es así, como este artículo proporciona un panorama de la investigación sobre la enseñanza de las matemáticas en ingeniería, para aportar a la discusión sobre estrategias de enseñanza en Colombia. El estudio empleó una revisión sistemática de literatura siguiendo el protocolo del Instituto Joanna Briggs. Los documentos analizados corresponden a artículos publicados entre los años 2000 y 2020, en la base de datos Publindex, del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación de Colombia. Se seleccionaron 25 artículos, a texto completo, en revistas arbitradas, que abordaron el tema. Los resultados muestran tres tipologías de artículos: a) aquellos que refirieron experiencias pedagógicas, b) reflexiones sobre la enseñanza de las matemáticas, y c) revisiones documentales. Las categorías de análisis por cada tipología fueron definidas como aprendizaje, enseñanza, evaluación y currículo. Los resultados muestran un predominio de artículos que versan sobre experiencias pedagógicas, y una notoria ausencia de trabajos de revisión y reflexión. En relación con las categorías, los resultados muestran un marcado predominio de trabajos sobre la enseñanza frente al interés por el aprendizaje, y muy poco sobre currículo. Se identificó el interés por estudios sobre modelización y uso de herramientas computacionales. Al igual que se identifican los principales

temas que emergen tanto en la enseñanza como en el aprendizaje de la matemática en ingeniería, sus factores asociados, y las estrategias investigadas, se plantean algunos desafíos para direccionar la investigación conjunta entre las facultades de ingeniería y las unidades académicas encargadas de la enseñanza de las matemáticas. Los hallazgos de este estudio permiten proponer estrategias y acciones de mejoramiento para evaluar el planteamiento curricular de la enseñanza de matemáticas en ingeniería en el contexto colombiano. Además, estos resultados facilitan entender las implicaciones de enseñar y evaluar matemáticas, para atender tanto a uno de los Objetivos de Desarrollo Sostenible que busca garantizar una educación de calidad, como a los requerimientos de los sistemas de acreditación.

Palabras clave: matemáticas en ingeniería; enseñanza de las matemáticas; estrategias de aprendizaje; estrategias de enseñanza

Abstract

A strong background in mathematics is undeniable in engineering programs. Current accreditation processes in engineering programs promote the development of competencies and the application of basic sciences, such as mathematics, to problem-solving. In this way, engineering education can respond to the reality of professional practice, characterized by complexity and uncertainty. However, from the basic levels, mathematics learning is affected by various difficulties; traditional teaching practices have focused on demonstrating and repeating procedures, with a predominance of summative assessment. Despite the efforts of higher education institutions to improve pedagogical and didactic strategies and the development of competencies, teaching mathematics in engineering is configured as a challenge for professional training. Therefore, this article provides an overview of research on teaching mathematics in engineering to help us discuss teaching strategies in Colombia. The study used a systematic literature review following the protocol of the Joanna Briggs Institute. The documents analyzed correspond to articles published between 2000 and 2020 in the Publindex database of the Colombian Ministry of Science, Technology, and Innovation. Twenty-five full-text articles were selected from peer-reviewed journals dealing with the topic. The results show three typologies of articles: a) those that talked about pedagogical experiences, b) those that reflected on the teaching of mathematics, and c) those that made a documentary review. The categories of analysis for each typology were defined as learning, teaching, assessment, and curriculum. The results show a predominance of articles dealing with pedagogical experiences and a notorious absence of review and reflection works in Colombia. Regarding research topics, the results show a clear predominance of papers on teaching, as opposed to an interest in learning, and very little on curriculum. Studies on modeling using computational tools were identified; in addition to identifying the main issues that emerge in the teaching and learning of mathematics in engineering, their associated factors, and the strategies studied, some challenges are posed to guide joint research between engineering faculties and mathematics departments in higher education institutions. The results of this study allow us to propose strategies and improvement actions to evaluate the curricular approach to teaching mathematics in engineering in the Colombian context. In addition, these results facilitate understanding the implications of teaching and evaluating mathematics to meet both the Sustainable Development Goals, which seek to ensure quality education, and the requirements of accreditation systems.

Keywords: *engineering mathematics; mathematics education; learning strategies; teaching strategies*

I. INTRODUCCIÓN

La alta calidad de la educación representa un desafío para las instituciones universitarias por la diversidad de factores que inciden en la enseñanza, el aprendizaje y la formación integral de los educandos. La calidad educativa se ha convertido en práctica cultural, propósito político y objeto de estudio de interés general. De hecho, la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura -UNESCO, promueve la calidad de la educación, además de la internacionalización y universalidad, factores de desarrollo actual (UNESCO, 2010). En Colombia, la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería -ACOFI, invita a diseñar estrategias de calidad de la enseñanza en ingeniería, en las que se promueva modernizar las estructuras curriculares, la homologación internacional de estudios, y la implementación de estrategias efectivas de formación (Silva, 2006).

En consecuencia, la calidad de la educación se formula como uno de los objetivos de desarrollo sostenible (ODS) que busca soluciones sostenibles a los problemas actuales de la sociedad, asegurando una formación de competencias profesionales apropiadas (Tawil et al., 2016). Debe existir un esfuerzo conjunto por parte de los gobiernos, las instituciones educativas y las organizaciones profesionales para apoyar las estrategias de desarrollo de competencias y destrezas profesionales que garanticen la calidad de los ingenieros y el cumplimiento de los objetivos de los ODS. Se deben promover investigaciones que se ocupen del aprendizaje interdisciplinario, centrado en el estudiante y basado en problemas (UNESCO, 2021). Colombia formaliza su compromiso con los ODS a través del documento CONPES 3918 de 2018, en el que plantea ampliar cobertura de la educación superior para el 2030 a un 80%, ya que en 2017 registraba un 53% (Consejo Nacional de Política Económica y Social, 2018). No obstante, el compromiso no solo debe implicar índices de cobertura, sino también, índices de desarrollo y calidad con la que es ofrecida dicha educación. El desempeño profesional de los ingenieros debe ser garantizado por una formación académica e integral apropiada, de manera que los propósitos de desarrollo y bienestar sean alcanzados.

Las ciencias básicas y la ingeniería siempre van de la mano y necesitan ser reconocidas como tal, ya que los ingenieros usan el conocimiento científico y las matemáticas para crear la tecnología y la infraestructura que la sociedad necesita (UNESCO, 2010). Aplicar el conocimiento de las matemáticas, ciencia e ingeniería para interpretar datos, modelar, analizar, predecir y resolver problemas son competencias demandadas por los ingenieros hoy en día (ASCE, 2019; Passow & Passow, 2017). Sin embargo, al parecer, algunos resultados de pruebas estandarizadas, como EXIM, muestran que a pesar que se desarrollan destrezas para aplicar conocimientos, los desempeños no evidencian fortalezas en las habilidades de abstracción-análisis-síntesis y resolución de problemas (Mejía-Aguilar et al., 2014).

Es necesario conocer y entender los retos a los que se enfrentan los estudiantes en el aprendizaje de las matemáticas y la importancia de un enfoque constructivista de la enseñanza. Una exploración preliminar en SCOPUS indica que la producción científica sobre enseñanza de la matemática

en educación superior, concretamente en ingeniería, tiene una trascendencia reciente. En Colombia, por ejemplo, muy pocos estudios abordan la relación matemática-ingeniería. Algunos versan sobre herramientas y estrategias de enseñanza de la matemática para ingenieros (Bravo-Bohórquez et al., 2016; Luis Alberto Toro-Carvajal, Hugo Hernán Ortiz-Álvarez, 2016); otros, sobre competencias académicas en matemáticas (Caligaris et al., 2018; Mejía-Aguilar et al., 2014). Se requiere una revisión detallada para identificar tendencias y orientar estrategias de enseñanza en Colombia. Este artículo se deriva del proyecto de investigación titulado “Fundamentos teóricos y metodológicos de la enseñanza de la matemática en ingeniería”¹: El propósito de este estudio fue identificar las tendencias de la enseñanza de las matemáticas que orientan la formación en ingeniería en Colombia. Los resultados indican que la educación matemática en ingeniería, es una línea emergente de investigación. Con los resultados del estudio se espera contribuir al análisis de las tendencias teóricas y metodológicas de la educación matemática en ingeniería, con el fin de asumirlas de forma crítica y resignificarlas.

II. METODOLOGÍA

El presente estudio adaptó una revisión sistemática tipo “*scoping review*” para comprender e identificar los conceptos fundamentales de la enseñanza de las matemáticas en ingeniería, aclarar definiciones, evidenciar vacíos de conocimiento o delimitar alcances conceptuales (The Joanna Briggs Institute, 2015).

La búsqueda de artículos se realizó en revistas registradas en el Sistema Nacional para la Evaluación y Clasificación de Revistas Científicas Colombianas, Publindex, entre los meses de mayo y julio de 2020. Las palabras clave utilizadas en las ecuaciones de búsqueda fueron “mathematical education” y “engineering”, junto con sus combinaciones “math* educ*” y “engineer*”, y en español “educación matemática” e “ingeniería”. Los criterios de inclusión contemplaron artículos con fecha de publicación entre 2000 y 2020, incluidos en revistas con un proceso editorial de revisión por pares, disponibles a texto completo, que involucraran la implementación de una propuesta pedagógica y didáctica, o una reflexión sobre la enseñanza de algún concepto matemático en programas de pregrado de ingeniería o que describieran revisiones sobre la enseñanza de las matemáticas en ingeniería. Se excluyeron las publicaciones vinculadas con ponencias en conferencias, que involucraran poblaciones de educación básica, media y que analizaran la enseñanza de conceptos matemáticos en áreas de conocimiento diferentes a la ingeniería.

El flujo del proceso de selección dio como resultado una muestra final de 25 artículos, de los cuales el 92% (23 de 25) fueron escritos en español y solo 8% (2 de 25) en inglés. La mayoría de los estudios seleccionados (52% = 13/25) fueron publicados en los últimos cinco años (ver Fig. 1).

¹ Proyecto identificado con código 2021-FM-01 financiado por la Universidad Industrial de Santander en el marco de la Convocatoria Generando Espíritu Científico.

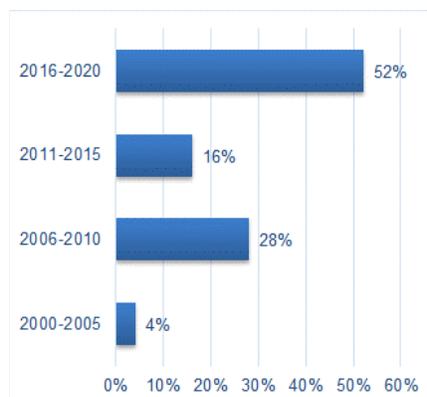


Fig. 1. Composición de la muestra de estudios por período de publicación

En cuanto al tipo de revistas que han publicado estos estudios, aproximadamente la mitad de la muestra (52% = 13/25) fueron artículos publicados en revistas no especializadas en educación, con un interés general (ver [Tabla 1](#)).

Tabla 1. Composición de la muestra de acuerdo a la especialidad de la revista

Alcance de la revista	N	[%]
Miscelánea [MISC]	13	52
Especializada en Educación [REE]	2	8
Especializada en Educación en Ingeniería [REEI]	5	20
Especializada en Educación Matemática [REEM]	3	12
Especializada en Ingeniería [REI]	2	8
Total	25	100

Una vez descargados los artículos, se codificó la información de cada uno en una hoja de cálculo, respecto a tres secciones de importancia: a) información sobre el artículo, b) información sobre los autores, c) información sobre el tema del artículo. Sobre el artículo se definieron las siguientes variables: ID artículo, título, especialidad de la revista, año de publicación. Sobre los autores se definieron las variables: Nombre completo y formación profesional. Sobre el tema de cada artículo se definieron las siguientes variables: Tipo de estudio realizado (i.e. experiencia pedagógica, reflexión o revisión de literatura), país donde se adelantó el estudio, programa de ingeniería, ciclo curricular (i.e. ciclo básico, ciclo básico profesional, ciclo profesional), asignatura en la que se aplicó el estudio, propósito del estudio y conceptos relevantes.

Una vez codificada la información de cada artículo, se categorizó el contenido de los documentos, procedimiento basado en las siguientes áreas de información: tipo de experiencia, campo temático, categoría y subcategoría. El tipo de experiencia se relaciona con el origen de la información de lo expuesto en el artículo, es decir, investigaciones o intervenciones que implicaron experiencias pedagógicas en las instituciones educativas; reflexiones sobre la educación matemática en ingenierías o revisiones de literatura especializada.

El campo temático se definió a partir del interés principal de lo referido en el artículo, lo que permitió identificar cuatro campos fundamentales, el aprendizaje, la enseñanza, el currículo y la evaluación. Según las implicaciones teóricas de cada uno de estos campos, las categorías que

orientaron la lectura de la información fueron las siguientes, respecto a aprendizaje, (I) objetivos de los estudios, (II) factores observados sobre el aprendizaje, (III) métodos de investigación, (IV) asignaturas y objetos de aprendizaje. En relación con la enseñanza, (I) Objetivos de los estudios; (II) Métodos utilizados para la enseñanza; (III) Asignaturas y objetos de enseñanza; (IV) Recursos didácticos. La lectura de la perspectiva curricular consideró el (I) Modelo curricular propuesto y bases teóricas, (II) Nivel de formación, (III) Método de investigación, (IV) Asignaturas y objetos de enseñanza, (V) Propuesta curricular. Para el campo de la evaluación se consideró el (I) Tipo y (II) los instrumentos de evaluación.

III. RESULTADOS y DISCUSIÓN

Con base en los 25 artículos sobre educación matemática en ingeniería, dentro del contexto colombiano, se evidenció que el interés en la investigación refiere experiencias pedagógicas. No se encontraron artículos de revisión o reflexiones generales sobre la temática citada. Los artículos sobre experiencias pedagógicas proponen temas de relación directa con los estudiantes, incluyendo experiencias de aula, experiencias de formación de profesores o propuesta curriculares con incidencia en el aprendizaje. El 52% (13 de 25) de estos estudios se dedicaron al aprendizaje, el 44% (11/25) a la enseñanza y el 4% (1/25) restante, a aspectos curriculares en instituciones universitarias.

3.1 Educación matemática y aprendizaje

En la revisión se encontró que la mayor parte de los artículos se orientan hacia diferentes objetivos como la caracterización de las dificultades de aprendizaje de objetos matemáticos (Barajas et al., 2018; Posso-Agudelo et al., 2007; Ramírez-Rincón, 2007; Uzuriaga-López et al., 2008; Vargas & Stenning, 2019); el rendimiento académico en asignaturas específicas como Matemáticas I y II (Artamonova et al., 2010; Carvajal-Olaya et al., 2009b, 2009a; Vargas & Stenning, 2019); estrategias de aprendizaje (Barros-Bernal, 2007; Posso-Agudelo, 2005); y mejoramiento del aprendizaje de ecuaciones diferenciales (Caicedo & Chacón, 2020). El 62% de los artículos sobre aprendizaje se escribieron durante la década 2000-2010 y el 48% restante, en la década 2011-2020. Se observó que las revistas no especializadas en educación (Misceláneas) tuvieron mayor interés en publicar sobre esta temática (69% = 9/13).

La fundamentación teórica de los artículos, la cual se evidencia de manera implícita en la mayoría de artículos (62% = 8/13), se basó en el constructivismo cognitivo. El constructivismo cognitivo se encarga de comprender cómo los estudiantes adquieren el conocimiento, procesan la información y construyen representaciones mentales del mundo. Dentro del contexto de las matemáticas, el cognitivismo explora cómo los estudiantes perciben, entienden y resuelven problemas matemáticos. Aunque las matemáticas desarrollan el pensamiento y la creatividad del estudiante, se evidenció que existen algunas concepciones erradas de conceptos matemáticos y la ausencia de estrategias de aprendizaje por parte de los estudiantes. Algunos factores que influyen en el aprendizaje relacionan inadecuados procesos mentales, deficiencia en la resolución de problemas, y uso inadecuado de estrategias de aprendizaje, entre otros.

3.2 Educación matemática y enseñanza

Se evidenció que la educación matemática y su enseñanza es un tema de interés de los últimos años en Colombia. El 78% de los artículos se escribieron durante el período 2016-2020 y el 22% restante, entre 2011-2015. Se observó que las revistas especializadas en educación tuvieron mayor interés en publicar sobre esta temática (67% = 6/9). La mayoría de los artículos relacionan de manera implícita el aprendizaje activo basado en problemas y con apoyo tecnológico. Esta es una pedagogía centrada en el estudiante en la que los estudiantes aprenden sobre una materia a través de la experiencia de resolver un problema con herramientas digitales. Los resultados sugieren que el uso de la tecnología en el aula puede conducir a un mejor rendimiento académico en comparación con los métodos de enseñanza tradicionales.

Sobre los estudios categorizados dentro de enseñanza de las matemáticas, los propósitos se orientaron a la implementación de recursos digitales como aplicación móviles y JMat para favorecer el aprendizaje de funciones algebraicas y ofrecer herramientas de cálculo (Bacca et al., 2011; Márquez-Díaz & Morales-Espinosa, 2019); la evaluación formativa y procesos de evaluación de los profesores (Moreno & Pineda, 2020; Uzuriaga López & Martínez Acosta, 2016); la implementación de una unidad didáctica para la enseñanza del área bajo la curva (Ballesteros, 2020); la relación matemáticas-fenómenos de ingeniería (Erazo-Estrada et al., 2018); adaptación de juegos como la Batalla Naval (Orozco & Álvarez, 2020); material didáctico para potenciar habilidades mecánico espaciales y asociativas (Rúa-Ramírez et al., 2018; Trisancho-Ortiz et al., 2019); habilidades matemáticas y para destrezas cognitivas tales como conocer, analizar, decidir, modelar y argumentar (Uzuriaga López & Martínez Acosta, 2016); las matemáticas y su imagen negativa en los estudiantes (Uzuriaga-López et al., 2012) y transformaron el programa de un curso de lógica y algoritmia para programas de ingeniería en una institución de educación superior (Viola-Villamizar & Gómez-Forero, 2019). Algunos autores resaltaron el rol del tutor en la enseñanza de las matemáticas apoyándose en didácticas virtuales (Mendoza et al., 2019) y otros, mencionaron dificultades de carácter académico relacionadas con las asignaturas de matemáticas en la formación de los estudiantes de ingeniería (Vásquez-Artunduaga & Gálvez-López, 2011).

3.3. Educación matemática y aspectos curriculares

La revisión encontró solo un artículo de investigación curricular, con énfasis en competencias en ingeniería desde el ciclo básico (Becerra et al., 2018), en las áreas de física, matemáticas y química. Este estudio pretende mejorar la enseñanza y el aprendizaje eficaz de las ciencias básicas, fundamentado en una teoría general de competencias, desarrollada por autores como Perrenoud, Tardif, Barnett, Sacristán y Bloom, además de considerar la propuesta de competencias del proyecto Alfa Tuning. Este artículo muestra que el interés en estos temas es reciente, ya que se publicó entre el periodo 2016-2020, pero llama la atención que la revista no es especializada en educación.

Se plantea la necesidad de estudiar e implementar modelos basados en competencias para la enseñanza de las ciencias básicas en ingeniería, ya que falta una mayor investigación y consenso sobre los enfoques basados en competencias en la educación superior en Colombia. Se planteó trabajar tres competencias para el ciclo básico: Interpretación y Representación, Formulación y Ejecución y Argumentación, y se sugiere organizar equipos interdisciplinarios para definir los

dominios conceptuales y enfocarse en la resolución de problemas, de manera que se promueva un aprendizaje efectivo.

3.5 Educación matemática y asignaturas de estudio

Las investigaciones de los artículos analizados se realizaron en cursos de Matemáticas I, II, III y IV e involucraron el aprendizaje del álgebra lineal, ecuaciones diferenciales, cálculo diferencial, matemática de variación y precálculo para estudiantes de ingreso reciente a la institución de educación superior. Se observó que el álgebra lineal es particularmente significativa para modelar, resolver y generalizar situaciones que los estudiantes encontrarán en su ejercicio profesional.

Respecto a los objetos de enseñanza, se evidenció que existe un interés frecuente por el cálculo, representado en campos como cálculo integral, área bajo la curva, ecuaciones diferenciales y precálculo. Otras temáticas identificadas fueron la algoritmia; el diseño asistido por computador; la geometría y el dibujo; sumas de Riemann; lógica de programación; control numérico; las matemáticas en general y sus relaciones con la vida; el álgebra lineal y los sistemas de ecuaciones diferenciales. Y con respecto a los recursos didácticos más utilizados de las matemáticas son de carácter digital, a través del uso de herramientas y medios como EJS, Jmat, GeoGebra, teléfonos inteligentes, aplicaciones móviles, realidad aumentada, encuestas, cartillas, módulos, impresión 3D, videos, lenguaje de programación Python y Moodle. Algunos artículos no mencionan la utilización de algún recurso didáctico específico y otros utilizan estrategias análogas como planillas de papel, exámenes impresos, estrategias lúdicas y charlas.

IV. CONCLUSIONES

La revisión sistemática muestra un predominio de artículos que versan sobre experiencias pedagógicas, y una notoria ausencia de trabajos de revisión y reflexión en el contexto colombiano. Se evidencia la necesidad de promover la investigación sobre educación matemática para la formación de ingenieros en Colombia. Se identificó el interés por estudios sobre modelización y uso de herramientas computacionales. Es necesario reconocer que los enfoques teóricos y metodológicos que orientan la enseñanza de las matemáticas en los niveles básicos, de profundización y profesionalización de las ingenierías, son objetos de estudio que pueden hacer explícito los aciertos pedagógicos y la importancia de transformar prácticas de enseñanza.

El documento destaca la necesidad de que los estudiantes mejoren sus estrategias de aprendizaje para lograr mejores resultados en matemáticas. Esto implica que los estudiantes deben asumir la responsabilidad de su aprendizaje y desarrollar estrategias de aprendizaje efectivas para lograr sus objetivos de aprendizaje. El documento también destaca la importancia del conocimiento previo en el área de las matemáticas, lo cual implica que los estudiantes tengan una base sólida en matemáticas para tener éxito en cursos de nivel superior y su desempeño profesional.

Asimismo, se hizo explícita la trascendencia de la interdisciplinariedad en el currículo para fortalecer la enseñanza de las matemáticas en los programas de ingeniería. La fundamentación matemática desligada de aplicaciones, resolución de problemas y proyectos concretos tiene consecuencias negativas en la formación integral de los ingenieros. Al respecto, es pertinente ir más allá de los

estudios con perspectivas cognitivistas y cuantitativas de la enseñanza y del aprendizaje, para comprender de una forma cualitativa y compleja la incidencia de factores culturales, sociales e individuales en el desarrollo de competencias y habilidades matemáticas en las ingenierías.

Referencias

- Artamonova, I., Fernández-Henao, S., & Mosquera-Artamonov, J. (2010). Análisis del rendimiento de los estudiantes aplicando diseño de Experimentos: caso particular. *Scientia Et Technica*, 16(44). <https://doi.org/10.22517/23447214.1775>
- ASCE. (2019). Civil engineering body of knowledge: Preparing the future civil engineer. In *Civil Engineering Body of Knowledge: Preparing the Future Civil Engineer, Third Edition*. <https://doi.org/10.1061/9780784415221>
- Bacca, B., Caicedo, E., & Ramirez, J. (2011). JMat - Herramienta remota de cálculo y multiusuario para el aprendizaje basado en problemas usando Matlab. *Revista Facultad de Ingeniería*, 59.
- Ballesteros, V. A. (2020). Noción de aproximación del área bajo la curva utilizando la aplicación Calculadora Gráfica de GeoGebra. *Praxis & Saber*, 11(26). <https://doi.org/10.19053/22160159.v11.n26.2020.9989>
- Barajas, C., Parada, S. E., & Molina, J. G. (2018). Arithmetic procedures in variational phenomena problem-solving. *Bolema - Mathematics Education Bulletin*, 32(60), 75–91. <https://doi.org/10.1590/1980-4415v32n60a04>
- Barros-Bernal, A. (2007). Estrategias de aprendizaje empleadas por los estudiantes para resolver problemas matemáticos. *Scientia Et Technica*, XIII(34). <https://doi.org/10.22517/23447214.5675>
- Becerra, W., Sarmiento, N. C., Romero, L. D., & Martinez-Gonzalez, A. P. (2018). Avances en la implementación de un modelo en Competencias para la enseñanza y el aprendizaje de Ciencias Básicas en Ingeniería. *Scientia et Technica*, 23(4). <https://doi.org/10.22517/23447214.17551>
- Bravo-Bohórquez, A., Jaddy Castañeda-Rodríguez, L., Iovany Hernández-Yomayusa, H., & Hernández-Hernández, L. A. (2016). Enseñanza De Las Matemáticas En Ingeniería: Modelación Matemática Y Matemática Contextual. *Revista Educación En Ingeniería Marzo*, 11(21).
- Caicedo, E., & Chacón, G. A. (2020). Aprendizaje de las ecuaciones diferenciales desde un enfoque cualitativo. *Praxis & Saber*, 11(26). <https://doi.org/10.19053/22160159.v11.n26.2020.9856>
- Caligaris, M., Rodríguez, G., Favieri, A., & Laugero, L. (2018). Desarrollo de habilidades matemáticas durante la resolución numérica de problemas de valor inicial usando recursos tecnológicos •. *Revista Educación En Ingeniería*, 14(27), 30–40. <http://dx.doi.org/10.26507/rei.v14n27.928>
- Carvajal-Olaya, P., Mosquera, J. C., & Artamonova, I. (2009a). Modelos de predicción del rendimiento académico en matemáticas I en la universidad tecnológica de Pereira. *Scientia et Technica*, 3(43). <https://doi.org/10.22517/23447214.2323>
- Carvajal-Olaya, P., Mosquera, J. C., & Artamonova, I. (2009b). Rendimiento en Matemáticas I en la Universidad Tecnológica de Pereira ENDIMIENTO EN MATEMATICAS I EN LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA. FACTORES DE PREDICCIÓN. *Scientia Et Technica*, XV(41). <https://doi.org/10.22517/23447214.2965>
- Consejo Nacional de Política Económica y Social. (2018). Estrategia para la implementación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) en Colombia. Documento Conpes 3918.
- Erazo-Estrada, I., Escobar-Jiménez, D., Bravo, M., & Villa-Ochoa, J. (2018). La modelación matemática: un aporte al aprendizaje de las ecuaciones diferenciales ordinarias lineales de primer orden en ingeniería. *Revista Sigma*, 14(1).
- Luis Alberto Toro-Carvajal, Hugo Hernán Ortiz-Álvarez, F. N. J.-G. (2016). Solución de problemas complejos de ingeniería empleando sistemas cognitivos especializados como motivación en la



- enseñanza de matemáticas avanzadas para ingeniería. *Revista Educación En Ingeniería*, 11(22), 31–38.
- Márquez-Díaz, J. E., & Morales-Espinosa, L. A. (2019). Realidad aumentada como herramienta de apoyo al aprendizaje de las funciones algebraicas y trascendentes. *Revista Educación En Ingeniería*, 15(29).
 - Mejía-Aguilar, G., Arenas, A., & Sierra, D. (2014). Influencia De Los Dominios Conceptuales En Las Competencias Académicas: Área De Matemáticas Para Ingeniería Influence of Conceptual Domains in Academic Skills : 9, 74–88.
 - Mendoza, H. H., Burbano, V. M., & Valdivieso, M. A. (2019). El Rol del Docente de Matemáticas en Educación Virtual Universitaria. Un Estudio en la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. *Formación Universitaria*, 12(5). <https://doi.org/10.4067/s0718-50062019000500051>
 - Moreno, J., & Pineda, A. F. (2020). A Framework for Automated Formative Assessment in Mathematics Courses. *IEEE Access*, 8. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2973026>
 - Orozco, Y. M., & Álvarez, C. A. (2020). Aprendizaje de coordenadas absolutas y relativas empleando el juego de estrategia Batalla Naval. *Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería*, 14(March), 7. https://www.researchgate.net/publication/340234131_Aprendizaje_de_coordenadas_absolutas_y_relativas_empleando_el_juego_de_estrategia_Batalla_Naval_Learning_absolute_and_relative_coordinates_using_Battle_Ship_strategy_game/link/5e7e2543a6fdcc139c0c371b/download
 - Passow, H. J., & Passow, C. H. (2017). What Competencies Should Undergraduate Engineering Programs Emphasize? A Systematic Review. *Journal of Engineering Education*, 106(3). <https://doi.org/10.1002/jee.20171>
 - Posso-Agudelo, A. (2005). Sobre el bajo aprovechamiento en el curso de matemáticas i de la utp. *Sobre El Bajo Aprovechamiento En El Curso de Matematicas i de La Utp.*, 2(28), 169–174. <https://doi.org/10.22517/23447214.6853>
 - Posso-Agudelo, A., Uzuriaga-López, V., & López, J. D. C. (2007). Dificultades que aparecen en el proceso enseñanza-aprendizaje de la matemática al pasar del bachillerato a la universidad. *Scientia et Technica*, 2(34). <https://doi.org/10.22517/23447214.5701>
 - Ramírez-Rincón, E. (2007). Dificultades en el aprendizaje de matemáticas. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 10(1). <https://doi.org/10.31910/rudca.v10.n1.2007.567>
 - Rúa-Ramírez, E. B., Jiménez-Díaz, F., Gutiérrez-Arias, G. A., & Villamizar, N. I. (2018). Impresión 3D como Herramienta Didáctica para la Enseñanza de Algunos Conceptos de Ingeniería y Diseño. *Ingeniería*, 23(1). <https://doi.org/10.14483/23448393.12248>
 - Silva, E. (2006). Educación en ingeniería frente a los Acuerdos de Libre Comercio. *Revista de Ingeniería*, 24. <https://doi.org/10.16924/revinge.24.20>
 - Tawil, S., Sachs-Israel, M., Le Thu, H., & Eck, M. (2016). Desglosar el Objetivo de Desarrollo Sostenible 4: Educación 2030. 36. <http://unesdoc.unesco.org/images/0024/002463/246300s.pdf>
<http://unesdoc.unesco.org/images/0024/002463/246300s.pdf>
<http://unesdoc.unesco.org/images/0024/002463/246300s.pdf>
 - The Joanna Briggs Institute. (2015). *The Joanna Briggs Institute Reviewers' Manual 2015: Methodology for JBI scoping reviews*. Joanne Briggs Institute. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
 - Trisancho-Ortiz, J. A., Vargas-Tamayo, L. F., & Contreras-Bravo, L. E. (2019). Desarrollo de habilidades espaciales en estudiantes de ingeniería mediante CAD especializado. *Scientia et Technica*, 24(1). <https://doi.org/10.22517/23447214.20261>
 - UNESCO. (2010). *Engineering: Issues, Challenges and Opportunities for Development*. In UNESCO Report.
 - UNESCO. (2021). *Ingeniería para el desarrollo sostenible*. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000375634_spa



- Uzuriaga-López, V., Arias-Mendoza, J., & Martínez-Acosta, A. (2008). Diagnóstico y análisis de algunas causas que dificultan el aprendizaje del álgebra lineal en estudiantes de ingeniería. *Scientia et Technica*, 2(39). <https://doi.org/10.22517/23447214.3249>
- Uzuriaga-López, V., Martínez-Acosta, A., & Gonzalez-Pineda, C. (2012). La matemática más allá de simples números y ecuaciones. *Scientia et Technica*, 2(50). <https://doi.org/10.22517/23447214.6687>
- Uzuriaga López, V. L., & Martínez Acosta, A. (2016). Un ejemplo de evaluación desde un enfoque desarrollador, caso álgebra lineal. *Scientia et Technica*, 21(3). <https://doi.org/10.22517/23447214.10231>
- Vargas, F., & Stenning, K. (2019). Logical Reasoning beyond Classical Logic: An Illustration with Pythagoras Theorem. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 1(1). <https://doi.org/10.29333/iejme/5883>
- Vásquez-Artunduaga, S., & Gálvez-López, J. A. (2011). Factores Determinantes En La Mortalidad Académica Para La Facultad De Ingenierías En La Universidad Tecnológica De Pereira Entre Los Años 2004 Y 2009. *Scientia Et Technica*, XVI (48), 65–70. <https://doi.org/10.22517/23447214.1237>
- Viola-Villamizar, J. B., & Gómez-Forero, D. T. (2019). Reestructuración pedagógica de la asignatura lógica y algoritmia para el mejoramiento de la enseñanza en los programas de ingeniería de la Universidad Pontificia Bolivariana-Seccional Bucaramanga. *Revista Educación En Ingeniería*, 14(27), 41–47.

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.

Copyright © 2023 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)