

MODELO CONCEPTUAL PARA LA ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE MATEMÁTICAS UNIVERSITARIAS

Conceptual Model for Teaching and Learning University Mathematics

ID Sandra Patricia Barragán-Moreno
Universidad de Bogotá Jorge
Tadeo Lozano, Colombia
Sandra.barragan@utadeo.edu.co

ID Orlando Aya-Corredor
Universidad Pedagógica Nacional,
Colombia
Orlando.aya@utadeo.edu.co

ID Camilo Esteban Soto-Saray
Universidad de Bogotá Jorge
Tadeo Lozano, Colombia
camiloe.sotos@utadeo.edu.co

Resumen

Ante los desafíos disciplinares, pedagógicos, de políticas públicas e institucionales que se afrontan en el diseño de asignaturas, el objetivo de este artículo es el de proponer un modelo conceptual para los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas universitarias que favorezca el mejoramiento del nivel de desempeño académico mediante una combinación de atributos de didáctica, pedagogía y disciplina. La metodología cualitativa contempló cuatro fases: análisis de co-ocurrencia de palabras clave y revisión integradora de literatura, análisis de políticas públicas, formulación de un modelo conceptual, y su primera aplicación. Para analizar los resultados se estableció en una primera versión, un modelo conceptual para el aprendizaje y la enseñanza de matemáticas universitarias basado en un diagrama hexagonal de clúster que consideró dos ejes. Las apreciaciones tempranas muestran aceptación y la oportunidad de la evaluación del efecto del modelo y el diseño de indicadores apropiados.

Palabras clave: conceptualización, calidad de la educación, enseñanza de las matemáticas, indicadores educativos, método de aprendizaje.

Abstract

Given the disciplinary, pedagogical, public, and institutional policy challenges faced in the design of subjects, the aim of this article is to propose a conceptual model for the teaching and learning processes of university mathematics, aiming to improve academic performance. This improvement is achieved through a combination of didactic, pedagogical, and disciplinary attributes. The qualitative methodology employed encompasses four phases: analysis of keyword co-occurrence and an integrative review of the literature, analysis of public policies, formulation of a conceptual model, and its initial application. The results have been developed in a preliminary version of a conceptual model for the learning and teaching of university mathematics, represented by a hexagonal cluster diagram with two axes. Early assessments indicate positive acceptance and offer an opportunity to evaluate the model's impact, along with the design of appropriate indicators.

Keywords: conceptualization, educational quality, educational indicators, mathematics education, learning methods.

Recibido: 04/09/2023
Revisado: 13/11/2023
Aprobado: 20/11/2023
Publicado: 15/01/2024

DOI: <https://doi.org/10.32541/recie.2023.v8i1.pp65-88>

Copyright: ©The Author(s)



Esta obra está bajo la licencia de
Creative Commons Atribución-
NoComercial-CompartirIgual 4.0
Internacional

ISSN (impreso): 2636-2139
ISSN (en línea): 2636-2147
<https://revistas.isfodosu.edu.do/>

Cómo citar: Barragán-Moreno, S. P., Aya-Corredor, O., & Soto-Saray, C. E. (2024). Modelo conceptual para la enseñanza y aprendizaje de matemáticas universitarias. RECIE. Revista Caribeña de Investigación Educativa, 8(1), 65-88. <https://doi.org/10.32541/recie.2023.v8i1.pp65-88>

1 | INTRODUCCIÓN

Martínez-Clares y otros (2022) indicaron que el perfil del profesorado universitario debe estar acorde con los desafíos que enfrentan las instituciones de educación superior (IES) en vista de que tanto la economía como la arquitectura del conocimiento tienen rasgos impredecibles y competitivos. A su vez, Sánchez y otros (2022) indicaron que el profesorado —en un contexto universitario cambiante, cada vez más digitalizado— debe facilitar su orientación hacia aprendizajes significativos y relevantes. Por ello, la práctica docente universitaria tiene muchas aristas a considerar, puesto que hay demandas de los sistemas educativos, la sociedad de la información, la tecnología (National Academy of Engineering and National Research Council, 2014), así como requerimientos sociales en cuanto a propiciar un pensamiento crítico y apuntar a la solución de problemas (Stohlman et al., 2012) bajo la necesidad de enfoques del conocimiento interdisciplinarios o transdisciplinarios (Tsupros et al., 2008; Vásquez, 2014). En otras palabras, la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas en el nivel universitario requiere la combinación de teorías, estrategias, recursos, investigación y conocimiento, que vinculan las características de la población para dar una respuesta integral a las expectativas combinadas de los diferentes actores sociales y del entorno académico.

En este complejo ambiente surgió la pregunta de investigación: ¿Qué modelo conceptual para los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas universitarias combina atributos de didáctica, de pedagogía y de la disciplina para favorecer el nivel de desempeño académico? El objetivo de este artículo es proponer un modelo conceptual para los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas universitarias que favorezca el mejoramiento del nivel de desempeño académico mediante una combinación de atributos de didáctica, pedagogía y disciplinares. Si se entiende que la modelación se genera en una progresión de modelos que permite ir «hacia una comprensión más ajustada de la realidad» (Oliva, 2019, pág. 16), esta propuesta es novedosa, pues surge dentro de un proceso continuo que se relata a lo largo del escrito.

Para llevar a cabo el objetivo de este artículo se implementó una metodología compuesta, orientada hacia una visión panorámica de los diferentes retos de los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas universitarias. Esta metodología se basó en un primer trabajo de Barragán y Cala (2019) sobre la incidencia del enfoque STEM (acrónimo de Science, Technology, Engineering and Mathematics) integrado orientado hacia la permanencia estudiantil en la educación superior. La metodología se dividió en cuatro fases: la primera se fundamentó en

una revisión de la literatura (análisis de contenido a partir de la co-ocurrencia de palabras clave y la revisión integradora de literatura empírica y teórica) que se resume más adelante bajo las consideraciones para el diseño del modelo; la segunda se basó en el análisis de políticas públicas educacionales colombianas; la tercera fue destinada a la modelación conceptual de los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas universitarias en la concreción de aspectos que posibiliten la mejora del logro académico de los estudiantes; y la cuarta fase, en la aplicación del modelo en su primera versión. Luego de la metodología, los resultados se presentan en torno a:

1. Identificación de las consideraciones y los retos de los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas universitarias.
2. Formulación del modelo conceptual para los procesos mencionados.
3. Aplicación de la propuesta para las asignaturas de Álgebra Lineal y Cálculo Vectorial del área académica de ciencias básicas de la Facultad de Ciencias Naturales e Ingeniería de la Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano.

Posteriormente, se ofrece la sección de discusión y conclusiones del trabajo hecho en torno a la pregunta y al objetivo de investigación.

2 | REVISIÓN DE LA LITERATURA

Las matemáticas universitarias, al igual que otras disciplinas académicas, enfrentan desafíos significativos en los procesos de enseñanza y aprendizaje. Estos desafíos se derivan de una combinación de factores que van desde la complejidad intrínseca de la materia hasta las dinámicas pedagógicas, las políticas educativas y las particularidades institucionales. La comprensión y superación de estos retos es un tema de interés crítico en la comunidad académica, ya que la efectividad de la enseñanza y el éxito del aprendizaje en matemáticas tienen un efecto profundo en la formación de estudiantes universitarios que se desempeñarán en los campos de la industria, la ciencia, la ingeniería, la salud y demás roles importantes para el desarrollo de la sociedad.

A continuación se describen algunos de estos retos de la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas universitarias que, en combinación, elevan la complejidad del trabajo académico:

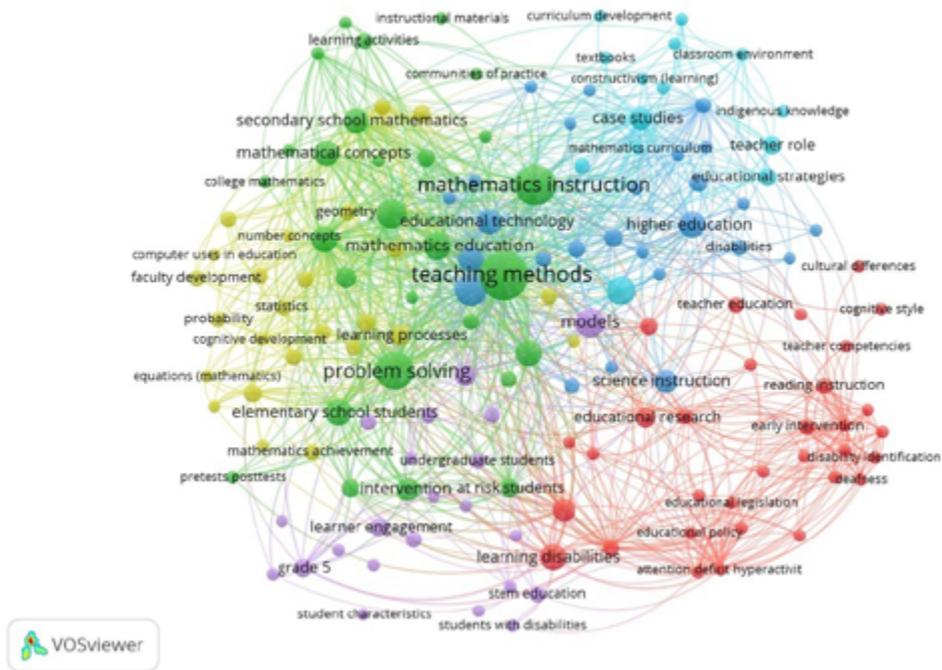
1. Los dominios conceptuales propios de cada asignatura —entendidos como los conceptos disciplinares matemáticos y los algoritmos a estudiar— tienen prerequisites que el estudiante no necesariamente cumple.
2. Los dominios cognitivos relacionados con reconocimiento, aplicación y razonamiento (Mullis et al., 2009), percibidos como los niveles de logro, se deben abordar de forma progresiva.
3. Se requiere disposición docente y estudiantil para implementar nuevos enfoques didácticos y metodologías como la educación integrada STEM y la modelación matemática (Barragán & Cala, 2019; Goos et al., 2023; Hallström & Ankiewicz, 2023; National Academy of Engineering and National Research Council, 2014; Oliva, 2019).
4. Hay un crecimiento vertiginoso de las demandas de altos perfiles tecnológicos y de competencias digitales para profesores universitarios, estudiantes y egresados (Domingo et al., 2023; Sánchez et al., 2022).
5. Existen múltiples requerimientos provenientes de los sistemas nacionales de aseguramiento de la calidad de la educación (Consejo Nacional de Acreditación, 2020; Consejo Nacional de Educación Superior, 2014; Robano et al., 2015). También de marcos normativos de los sistemas educativos que sientan bases conceptuales para la formación de los estudiantes (p. ej.: resultados de aprendizaje o competencias para toda la vida) (Accreditation Board for Engineering and Technology, 2019; Goos et al., 2023; Shinde & Kaynak, 2016; Tshai et al., 2014; Universidad del Desarrollo. Centro de Desarrollo de la Docencia, 2018).
6. Contribución a que la institución sea consecuente con las políticas públicas gubernamentales y con los programas institucionales para mitigar la deserción estudiantil (Ministerio de Educación Nacional, 2015; Munizaga et al., 2018).
7. Coherencia con las características de las poblaciones estudiantiles de las IES (Arango et al., 2020) bajo el *habitus* institucional en cuanto a las dinámicas propias de las IES (Thomas, 2002).
8. Flexibilidad docente, estudiantil e institucional para adaptarse a aspectos emergentes, como los derivados de la pandemia de Covid-19 (p. ej.: trabajo académico remoto por contingencia, necesidades especiales, pérdidas de aprendizaje) (Al Husaeni et al., 2023; United Nations, 2020; World Bank, 2021).

Al tener en cuenta los retos listados, se observó que un modelo conceptual que favorezca el mejoramiento del nivel de desempeño académico para estudiantes de matemáticas universitarias requiere una combinación de atributos de didáctica, de pedagogía y disciplinares enmarcado en cuatro consideraciones, entre las cuales se puntualizan las de carácter disciplinar y pedagógico. De manera global, se podría decir que tales retos no son específicos de las matemáticas, pero cuando se implementan en un contexto de las aulas de clase adquieren la particularidad de la disciplina, de las asignaturas y de los espacios académicos.

A partir de estos retos, para hacer un primer acercamiento a la literatura (el segundo se detallará en la metodología) que sustenta este trabajo en torno al objetivo de investigación, se consultó el Education Resources Information Center (ERIC), ya que es una base de datos de literatura en inglés de texto completo, especializada en educación. La consulta en el ERIC se hizo empleando la ecuación de búsqueda «Conceptual model AND teaching AND learning AND mathematics». Con esta consulta se obtuvo una muestra que contó con 46 artículos. Con ayuda del gestor bibliográfico Zotero y de Vosviewer se hizo la red de visualización (Al Husaeni et al., 2023; Maryanti et al., 2023) de la Figura 1, y se tuvo en cuenta la co-ocurrencia de palabras clave con al menos dos ocurrencias (umbral); o sea, el análisis se hizo con base en la coincidencia en la aparición de estas en dos artículos como mínimo. Es de resaltar que este análisis de contenido contribuyó a la revisión de la literatura inicial en cuanto posibilitó la identificación de las relaciones entre las palabras clave para el reconocimiento de clústeres y su refinamiento (Figura 3).

Durante el análisis de la co-ocurrencia se detectaron 6 clústeres y un total de 434 palabras con el siguiente número de ítems (palabras clave): 1) 32; 2) 28; 3) 26; 4) 25; 5) 22; y 6) 14. Las mayores ocurrencias se revelaron para métodos de enseñanza (27), solución de problemas (16), instrucción en matemáticas (19), y modelos (10). Este análisis inicial de las palabras clave mediante los clústeres de la Figura 1, la visualización de superposición y su mapa de calor para detectar patrones relacionados con el objeto de estudio en la presente investigación proporcionó información positiva sobre su relevancia, actualidad y pertinencia.

Figura 1 | Red de visualización de co-ocurrencia de palabras clave



Nota. Elaboración propia usando Vosviewer.

Desde la evolución de los métodos de enseñanza hasta el papel de la tecnología en los espacios académicos, pasando por la adaptación a las necesidades y los estilos de aprendizaje de los estudiantes, esta revisión proporcionó una visión inicial de los retos y las oportunidades que se vislumbran en el panorama de la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas en el ámbito universitario.

3 | METODOLOGÍA

Para alcanzar el objetivo se contempló una metodología de investigación de finalidad aplicada y de enfoque cualitativo, para «comprender las complejas interrelaciones que se dan en las realidades» (Báez y Pérez de Tudela, 2009, p. 38) que circundan los procesos de enseñanza y aprendizaje. Dicha metodología abarcó las siguientes cuatro fases no consecutivas:

Fase 1: La revisión de literatura, que se dividió en dos partes:

1. Análisis de co-ocurrencia de las palabras clave presentes en artículos publicados en la base de datos ERIC para visualizar las relaciones entre ellas, su superposición en el tiempo (evolución de los términos estudiados) y su mapa de calor;
2. Revisión integradora de la literatura empírica y teórica del campo con el ánimo de sintetizar la metodología, la teoría y la investigación reciente, incluido material de diversas fuentes empíricas y teóricas (Guirao, 2015).

Mediante el análisis de co-ocurrencia se detectó la pertinencia del objeto de estudio y fue detallada en el acápite anterior. Con la revisión integradora se lograron las consideraciones expuestas, así como su decantación en los cuatro grupos de aspectos de análisis que, si bien no agotan la discusión, se consideró que articulaban los aspectos básicos de interés que permiten la articulación y el análisis de los escenarios y aspectos que intervienen en los objetos, actores y procesos de enseñanza y aprendizaje (aspectos disciplinares, aspectos pedagógicos, políticas públicas educativas y políticas institucionales), esenciales para la formulación del modelo conceptual de la Fase 3.

Fase 2: Análisis de políticas públicas relacionadas con sistemas de aseguramiento de la calidad en la deserción y permanencia estudiantil, graduación oportuna, acreditación de alta calidad, referentes de calidad, competencias para la vida y resultados de aprendizaje. El análisis particular de las políticas públicas se seccionó conforme a tres grandes líneas:

1. Diagnóstico y monitoreo de la deserción estudiantil en la educación superior.
2. Sistema de aseguramiento de la calidad de la educación superior.
3. Autoevaluación institucional y de programas académicos de pregrado con fines de acreditación de alta calidad.

Fase 3: Diseño del modelo conceptual. Se delineó el primer modelo mediante la concreción de enfoques, metodologías, evaluación, didáctica y pedagogía para matemáticas que permitan que el nivel de logro académico de los estudiantes progrese y que estos alcancen los objetivos y los resultados de aprendizaje propuestos.

Fase 4: Aplicación del modelo para verificar su operatividad. Definición de dominios conceptuales y cognitivos para asignaturas de matemáticas de fundamentación básica, incluido el *benchmarking* orientado al diseño de contenidos programáticos y *syllabus* apropiados para el nivel de formación,

perfil del estudiante y del egresado. Aquí se delimitaron el alcance de los objetivos de formación e información, la amplitud de los contenidos programáticos y las características y textos de *syllabus* en el marco de la visión, la misión y de los resultados de aprendizaje específicos para los programas de pregrado cuyos estudiantes cursan las asignaturas de las IES. Los criterios para definir los dominios conceptuales y cognitivos estuvieron basados en el conocimiento disciplinar de los profesores que orientan las asignaturas, las expectativas de los programas académicos, las directrices institucionales y las consideraciones expresadas anteriormente en la revisión de la literatura.

Es de anotar que la aplicación se hizo para las asignaturas Álgebra Lineal y Cálculo Vectorial del área académica de ciencias básicas y modelado de la Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Si bien estas asignaturas fueron creadas en el año 2001, se revisaron y actualizaron sus *syllabus* con base en algunos libros clásicos de texto (Anton, 1984; Grossman, 1996; Kolman & Hill, 2013; Larson & Edwards, 2010; Stewart, 2002); también se consultaron los contenidos programáticos y material relacionado de cuatro IES que se consideran competidoras en cuanto a valor de la matrícula, carácter de la institución y características poblacionales. Es de anotar que, para una asignatura como Álgebra Lineal, González y Roa (2017) advirtieron que no hay un estándar estricto de los dominios conceptuales a tratar, pero que existen unos básicos a considerar, lo cual se hizo en el presente caso.

Es importante indicar que la modelación está en permanente progreso y que admite siempre versiones revisadas y mejoradas, por lo que con la implementación de la metodología aquí descrita se obtuvo una primera versión del modelo conceptual ofrecido. Esto ha implicado dos oportunidades de trabajo: la iteración de la ejecución de esta metodología para la obtención de un modelo cada vez más refinado (no un producto acabado), y la generación de productos de investigación intermedios que se han ido plasmando en publicaciones propias que respaldan la propuesta y sus alcances.

4 | RESULTADOS

4.1. Consideraciones para favorecer el desempeño académico de los estudiantes de asignaturas de matemáticas universitarias

En el escenario académico propuesto por los ocho retos listados, la revisión integradora de literatura permitió agrupar las consideraciones en relación con los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas universitarias en cuatro aspectos: disciplinares, pedagógicos, políticas públicas educativas y políticas institucionales.

4.1.1. Aspectos disciplinares

Bogoya (2012) resaltó como atributo de los profesores universitarios la «sabiduría en su campo» (p. 3), lo que implica la responsabilidad de contar con el nivel de formación más alto posible en la disciplina. Por su parte, Briceño (2015) señaló que los profesores universitarios de ciencias fomentan en sus estudiantes una participación más activa y mejor argumentada a partir de la concepción de la ciencia, las creencias, las prácticas de enseñanza y la etapa de desarrollo profesoral en que se encuentren. Por ello, es relevante contemplar —al momento de diseñar las asignaturas— la variedad de niveles de formación, de desarrollo y de concepciones de los profesores que imparten una misma asignatura. Esto implica la concertación entre los colegas que la orientan en los horarios a lo largo de la jornada académica para producir una estructura unificada que guíe a profesores, monitores y estudiantes. Esta guía está representada en los dominios conceptuales a tratar, en el *software* de apoyo a incorporar, en las situaciones problema a enfrentar (Kelley & Knowles, 2016), en el material didáctico a trabajar y en las evaluaciones a aplicar (Barragán & Cala, 2019). Por otro lado, es importante analizar los procesos académicos de otras IES, pues las asignaturas deben ser coherentes «con las tendencias nacionales e internacionales de la disciplina, que tiene en cuenta tanto el perfil de ingreso esperado como el perfil de egreso declarado» (Ministerio de Educación Nacional, 2018, p. 42), por lo que un trabajo docente orientado al *benchmarking* también formó parte de las consideraciones.

4.1.2. Aspectos pedagógicos

La docencia universitaria es una profesión de alta exigencia, pues necesita la reconversión profesional entendida como la «formación que permite adquirir los conocimientos teóricos y prácticos que requiere una ocupación diferente de la ocupación para la que el individuo se ha formado primero» (International Labour Organisation, 1986, p. 60). La

docencia en matemáticas no es la excepción a esta reconversión profesional, pues exige que el profesor trabaje permanentemente en sus habilidades docentes y de investigación (Opazo & Cordero, 2021). Los procesos de enseñanza y aprendizaje también obedecen a los fenómenos que se generan al tener el contenido matemático como objeto de aprendizaje, por lo que el proceso debe considerar las características del aprendizaje de las matemáticas (fortalezas y dificultades, formas de interacción y expectativas) y el conocimiento de su enseñanza (teorías, recursos y estrategias). También se precisa de conocimientos genéricos de la pedagogía, tales como los estilos de aprendizaje, para que los profesores puedan gestionar las actividades cognitivas y adaptarlas a características particulares, y los estudiantes puedan identificarse y potenciar su aprendizaje (Brown, 2023; Figueroa et al., 2005) y de la evaluación de sus aprendizajes (Barberà, 2006; Escobar, 2014) en entornos tradicionales y en ambientes tecnológicos (Alcántara-Rosales & Moreno-Reyes, 2023).

4.1.3. Aspectos referentes a las políticas públicas educativas

La enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas en las IES están supeditados a referentes, normativas y lineamientos emanados directamente de los entes gubernamentales en cuanto a requisitos mínimos de calidad y de alta calidad (Accreditation Board for Engineering and Technology, 2019; Ministerio de Educación Nacional, 2018), a prevención y mitigación de la deserción estudiantil por variables explicativas relacionadas con el determinante académico (Ministerio de Educación Nacional, 2015), y a evaluaciones estandarizadas encaminadas a la medición de los efectos de la educación superior en el nivel de logro de los estudiantes y en el valor académico agregado (Cupani et al., 2016; ICFES, 2014; Saad & Rabie, 2023).

4.1.4. Aspectos referentes a las políticas institucionales

Las IES definen sus derroteros mediante un proyecto educativo, un modelo pedagógico, un plan estratégico que estipula la misión y la visión conforme a sus actividades misionales y las políticas públicas educativas (Consejo Nacional de Acreditación, 2020; Ministerio de Educación Nacional, 2018) para una alineación organizacional que genere valor académico (Cosenz, 2014).

La Figura 2 resume las consideraciones a lo largo de los procesos de enseñanza y aprendizaje, tanto para los aspectos disciplinares y pedagógicos como para las políticas públicas e institucionales que impulsen el nivel de logro académico de estudiantes universitarios en asignaturas de matemáticas como de la revisión integradora de la literatura de campo.

Figura 2 | Consideraciones de los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas universitarias



Nota. Elaboración propia usando www.presentationgo.com.

4.2. Modelo conceptual para la enseñanza y aprendizaje de matemáticas universitarias

En atención a las consideraciones de la Figura 2, se propuso un primer modelo conceptual para la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas enfocado en el mejoramiento del nivel de desempeño académico para estudiantes de matemáticas universitarias. La representación de este modelo se hizo mediante el diagrama hexagonal de clúster de la Figura 3, que contempla dos ejes:

Eje 1: Aspectos disciplinares y pedagógicos. Vincula acción y reacción; concentra lo relativo a concertación entre colegas y a alternativas disciplinares, didácticas y pedagógicas. Es importante llegar a una versión unificada de los contenidos, *syllabus* y evaluación (instructivos, protocolos de aplicación y calificación, actualización de pruebas y bancos de ítems); todo esto en los marcos disciplinar, de los resultados de aprendizaje enlazados con el perfil del egresado y de los resultados de los procesos de *benchmarking* con IES del mismo segmento y programas de formación con denominaciones y objetivos de formación similares.

Eje 2: Políticas públicas educativas e institucionales. Las asignaturas de matemáticas deben aportar a mejorar la calidad académica y el nivel de logro académico de los estudiantes, tal como lo hacen las demás asignaturas de la malla curricular, por lo que su impartición debe estar atenta a las metodologías apropiadas para la población a la que va dirigida (p. ej.: jornadas diurnas o nocturnas, de ciencias naturales, de ingeniería o de ciencias económico-administrativas, o rangos de edad). Las asignaturas de matemáticas requieren apoyos tecnológicos (p. ej.: aulas virtuales), académicos (p. ej.: tutorías o monitorías) o de herramientas que favorecen la permanencia estudiantil y que a su vez mejoran la calidad académica (p. ej.: los libros guía escritos por profesores de la misma institución).

Figura 3 | Modelo conceptual para los procesos de enseñanza y aprendizaje de matemáticas universitarias



Nota. Elaboración propia usando www.presentationgo.com.

Un modelo conceptual como el de la Figura 3 requiere aplicaciones y validaciones entendidas como la verificación de la operatividad. Las aplicaciones son virales en la progresión de modelos (Oliva, 2009) porque con ellas se van inspeccionando sus oportunidades de evolución y progreso.

Se resaltan dos aspectos sobre la aplicación:

1. La actividad sostenida en el tiempo (medido en años), pues implica formular proyectos de investigación, reuniones de profesores, escritura de documentos, análisis estadísticos, diseño de materiales y recursos didácticos, evaluación de la incidencia o el impacto, elaboración de instrumentos y seguimiento de estadísticas poblacionales.
2. La documentación de los procesos de enseñanza y aprendizaje en el marco de la validación de artículos, libros y ponencias que someten las consideraciones y el modelo a la comunidad académica con los avances o los desaciertos hallados.

En concordancia, a continuación se detalla una aplicación para las asignaturas de Álgebra Lineal y Cálculo Vectorial.

4.3. Aplicación del modelo conceptual para la enseñanza y aprendizaje de matemáticas universitarias: Álgebra Lineal y Cálculo Vectorial

La asignatura de Álgebra Lineal tiene el siguiente objetivo general: «al finalizar el curso se espera que el estudiante esté en capacidad de utilizar las herramientas conceptuales y procedimentales de la teoría de matrices y las transformaciones lineales para la modelación matemática y resolución de problemas cuya base corresponda al Álgebra Lineal». Los dominios conceptuales abordados allí son: 1) Matrices; 2) Sistemas de ecuaciones lineales; 3) Vectores en \mathbb{R}^n ; 4) Espacios vectoriales reales, y 5) Transformaciones lineales. Por su parte, el objetivo general de Cálculo Vectorial es: «al finalizar el curso el estudiante podrá incorporar las funciones de varias variables a la modelación matemática del cambio y usarlas para describir, comprender y aplicar los conceptos de derivada e integral asociados a las funciones de varias variables», y sus dominios conceptuales son: 1) Geometría del espacio euclidiano; 2) Funciones de varias variables; 3) Diferenciabilidad; 4) Integración múltiple; 5) Integrales de línea, y 6) Integrales de superficie.

Los procesos de enseñanza y aprendizaje de estas asignaturas están circunscritos a objetivos generales, al rol que cumplen las asignaturas en la formación básica de estudiantes de Administración de Empresas, Economía, Ingeniería de Alimentos, Ingeniería Química, Ingeniería Ambiental, Ingeniería Industrial e Ingeniería de Sistemas, y al modelo conceptual para los procesos de enseñanza y aprendizaje de la Figura 3. A continuación se pormenorizan los resultados de la aplicación del modelo en cada asignatura y eje.

4.2.1. Resultados del Eje 1: aspectos disciplinares y pedagógicos

Dominios conceptuales: presentados mediante un *syllabus* aprobado institucionalmente y en correspondencia con el contenido programático avalado por el Ministerio de Educación Nacional (MEN). Los *syllabus* se articulan alrededor de conceptos que se consideran fundamentales para la formación matemática.

Libro guía: en Álgebra Lineal se elaboró un libro de texto (Barragán et al., 2021) estructurado como un entorno de interacción con los estudiantes, acorde con los dominios conceptuales recopilados en el *syllabus* a desarrollar. La estructura se circunscribió a la modelación matemática, la solución de problemas y ejercicios (Figura 1). Se presentaron situaciones problema completamente resueltas, otras guiadas con preguntas orientadoras y, por último, actividades para desarrollar autónomamente. Las 16 secciones del libro de Barragán y otros (2021) se hicieron corresponder con las semanas de desarrollo del periodo académico; se destinaron tres de ellas para autoevaluaciones (en el sitio de las evaluaciones parciales y examen final). Cada una de las otras 13 secciones cierra con una prueba con el formato de prueba gubernamental estandarizada que aplica el MEN a los estudiantes universitarios al final de su formación. En cada sección se incorporaron recursos informáticos como calculadoras *online*, videos explicativos propios y sitios web recomendados.

Uso de *software*: en las dos asignaturas se implementan *softwares* en línea como Symbolab, WolframAlpha y calculadoras *online* (principalmente las disponibles en OnlineMSchool y GeoGebra). La puesta en práctica combinada potencia dimensiones del aprendizaje: apoyar los procesos de visualización, conjeturación y comprensión (Arcavi, 2003; Khatin-Zadeh et al., 2023; Ruiz et al., 2019), agilizar y simplificar los procesos rutinarios con robustez matemática, verificar resultados, y asistir la conceptualización de los objetos de estudio (Cuicas et al., 2007; Muhammad et al., 2023).

4.2.2. Resultados del Eje 2: políticas públicas educativas e institucionales

Entorno virtual de aprendizaje: las asignaturas cuentan con un espacio en Moodle que se estructura con los elementos: diario de clase (foro informativo y de comunicación); recomendación de la semana (actividad divulgativa o de entretenimiento); material de apoyo (archivos complementarios); recursos informáticos (calculadoras *online*, canales de YouTube de los profesores); instructivos de evaluación y evaluaciones (indicaciones sobre la forma en que se realizarán las evaluaciones haciendo uso

de entornos como Kahoot, Socrative y la propia plataforma, en lo que a accesibilidad, tiempos de aplicación y productos esperados se refiere, y acceso a cuestionarios); y un foro colaborativo (espacio de interacción de saberes e inquietudes emergentes entre los estudiantes, que pretende potenciar el aprendizaje colaborativo en entornos virtuales) (Guitert & Pérez-Mateo, 2013; Peramunugamage et al., 2023).

Videos explicativos: para el desarrollo de las clases y el trabajo extra-clase de los estudiantes se grabaron videos explicativos, de no más de 15 minutos, estructurados en listas de reproducción vinculadas a dos canales de YouTube de profesores de las asignaturas. El fundamento referencial para la elaboración de estos videos parte de la literatura disponible en el campo, tanto de la elaboración de videos educativos (Barragán & Aya, 2021; Beltrán-Flandoli et al., 2023; Domingo et al., 2023; García, 2014; Velarde et al., 2017), del uso didáctico (Beheshti et al., 2018; Ding et al., 2023; Ramírez, 2016; Rodríguez et al., 2017), como de la implementación propia en los cursos. En los videos se resuelven ejercicios y ejemplos, rutinarios y no rutinarios, y muchos se usan para destacar el esquema de modelación matemática mediante ocho pasos (discusión del problema, definición de las incógnitas presentes en el modelo, restricciones o limitaciones del problema, condiciones técnicas, escogencia del método a emplear (estrategia), resolución del sistema (aplicación de la estrategia), validación de la solución (logro) y presentación de la solución al modelo) (Barragán et al., 2021). Las listas de reproducción de Álgebra Lineal cuentan con 97 videos y las de Cálculo Vectorial con 103 videos. La elaboración de las listas de reproducción es un proceso gradual y de constante actualización acorde con las necesidades emergentes, que son detectadas a partir de las experiencias de los profesores a cargo de los cursos.

El marco STEM: La dinámica mundial desarrollada como consecuencia directa de la pandemia del Covid-19 afectó, en especial, a los sistemas educativos y puso en escena la necesidad de crear entornos que permitieran el desarrollo de los espacios académicos con apoyos tecnológicos y en un contexto de virtualidad. Esto representó grandes retos, pero a la vez oportunidades. Para dar respuesta a los retos preexistentes, los emergentes y potenciales, se optó por articular los cursos en un enfoque STEM para la telepresencia, y el proceso de modelación matemática apuntalado por tecnologías de la información y la comunicación (TIC) y las tecnologías del aprendizaje y el conocimiento (TAC) (Barragán & Aya, 2021). Esta articulación permitió llevar a cabo la reflexión, el diseño y la implementación de acciones tendientes a que los recursos de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas articularan los esfuerzos realizados en un constructo operativo que optimizara los productos y que redundara no solo en

el desempeño de los estudiantes en los espacios académicos (Goos et al., 2023), en una adecuada conceptualización de los objetos de estudio, sino también en aspectos socialmente relevantes como la retención, la repitencia y la deserción escolar.

Modelación matemática: articulada con los objetivos generales de las asignaturas, la modelación es fundamental en su enfoque didáctico desde el diseño general de los objetos que apoyan el trabajo; por ello se justificó su incorporación. En el libro guía de Barragán y otros (2021) se presenta la metodología sugerida para el planteamiento de los modelos, y su implementación se hace a través de un recurso que se estructuró a partir de las ocho fases mencionadas en el apartado de videos. En la fase de modelado se proponen dos tareas fundamentales: seguir los pasos en todos los ejercicios que están presentados en el libro o en los canales de YouTube y realizar, cuando menos, tres trabajos de modelado durante el periodo académico. Dichos trabajos se desarrollan de manera individual o en pareja y deben presentarse en el formato anteriormente señalado. En esta fase se insta a los estudiantes a emplear el espacio del foro colaborativo para formular sus inquietudes o dudas y para contestar las preguntas de sus pares.

La diversidad de estrategias implementadas durante los procesos de enseñanza bajo la metodología de telepresencia dio paso a la estructuración de un banco de ítems, orientado a una verificación estratégica del logro de los objetivos propuestos para los cursos de Álgebra Lineal y Cálculo Vectorial. La conformación del banco de ítems se fundamenta en la evaluación del conocimiento como dimensión esencial del aprendizaje (Cupani et al., 2016), por lo cual se formularon para Álgebra Lineal y Cálculo Vectorial un total de 223 y 273 preguntas, respectivamente, y mediante una clasificación por tipo de pregunta (única o múltiple respuesta) y por dificultad (baja, media y alta) se aplicaron a los estudiantes por medio de la plataforma Moodle.

Herramientas TIC y TAC: el desarrollo epistemológico alrededor de las herramientas computacionales ha ampliado la capacidad con la que hoy se cuenta para abordar temáticas relacionadas con el fomento de las matemáticas en las aulas (Castiblanco et al., 2002). Por tanto, es prioritario destacar que el uso de las TIC encaminadas al ámbito educativo desarrollan, fomentan, priorizan y facilitan las oportunidades de aprendizaje y el intercambio de conocimientos e información (Tigrero et al., 2020). En este contexto, el uso de diversas plataformas como Kahoot, Socrative y Moodle ha permitido sistematizar los conocimientos planteados como objetivos de las asignaturas gracias a la versatilidad para plasmar o representar un problema matemático (Roig-Vila, 2018).

Evaluación: la estructura de calificación de ambas asignaturas se homogeneizó mediante la aplicación de diferentes actividades que identifican el punto de desarrollo del conocimiento, y mediante actitudes y habilidades individuales y grupales que buscan precisar un dictamen frente a los procesos de enseñanza y aprendizaje. Las actividades de evaluación sumativa que tienen diferentes ponderaciones y alcances son: examen parcial (Moodle), trabajo de modelación matemática (escrito) y quices (Socrative, escrito, Moodle).

5 | DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Si bien intentar dar una respuesta radical a la pregunta de investigación no constituye una tarea fácil o de determinación absolutista —dado que habría que incluir aspectos como el trabajo con poblaciones con necesidades especiales (Al Husaeni et al., 2023) o una discusión sobre la formación digital de los docentes (Domingo et al., 2023) para responder los retos de las nuevas generaciones (Arango et al., 2020)—, el trabajo sí alcanzó el objetivo de este artículo en cuanto a proponer un modelo conceptual para los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas universitarias que favorezca el mejoramiento del nivel de desempeño académico mediante una combinación de atributos de didáctica, pedagogía y disciplina.

El modelo conceptual evidenció tanto los retos como las oportunidades que la enseñanza y el aprendizaje tienen en cuanto a comprender los estilos de aprendizaje (Brown et al., 2023). Tales acciones han emergido de reflexiones sobre la revisión integradora de literatura y de las prácticas en las aulas en respuesta a las consideraciones sobre los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas universitarias para aportar a su mejora de manera significativa. Las mencionadas acciones y reflexiones siguen en evolución debido a que la población estudiantil es cambiante, la literatura relacionada progresa y las exigencias del mundo académico y laboral aumentan.

De otra parte, resulta esencial reconocer la importancia de ajustar las acciones que se lleven a cabo en entornos y escenarios en los que se desarrollan las clases (aulas, aulas virtuales, videos de apoyo, textos guías, pruebas y apoyos tecnológicos) y orientar los procesos a la construcción social de significados tanto personales como colectivos, bien sea de conceptos, algoritmos o procesos que implican las asignaturas.

El modelado matemático y la resolución de problemas, entendidos como ejes para el trabajo académico y el diseño de actividades, redundan en una cultura metodológica que ayuda no solo a conceptualizar procesos sino también a aproximarse a las aplicaciones en diversos campos, lo que fomenta la fidelización en los cursos al poner en práctica conceptos, algoritmos y conocimiento en contextos motivantes. Esto concuerda con Marín-Ríos y otros (2023), pues la aproximación interdisciplinaria a problemas contextuales es relevante en el proceso de formación integral de los estudiantes.

La sincronización entre el modelo y su implementación ha servido para facilitar el trabajo de profesores y estudiantes al centrar las acciones en estos últimos y fomentar así el proceso de aprendizaje guiado, pero a la vez autónomo, tanto individual como grupal. Esto ha generado la disminución de indicadores como deserción y repitencia escolar —tan socialmente relevantes en el mundo actual— y los ha puesto en escenarios de reflexión.

En la discusión del modelo surgieron dos limitaciones de aplicación que pueden constituirse en campos de estudio y análisis ulteriores:

1. La evaluación del efecto del acoplamiento del enfoque STEM, la modelación matemática, las TIC y TAC en el nivel de logro académico de los estudiantes.
2. El planteamiento de indicadores de uso, de eficiencia educativa y de aprovechamiento de los recursos de enseñanza y aprendizaje.

Como trabajo futuro, se revela que este modelo debe seguir siendo explorado e implementado, pues el trabajo académico mediante el enfoque STEM integrado requiere elaboración continua de material didáctico, seguimiento de estadísticas de aprobación, reprobación y el abandono de las asignaturas. Asimismo, se identificaron aspectos inherentes al desarrollo de los cursos que limitan en diferentes niveles las capacidades de aprendizaje y logro académico en cuanto a la disposición de los recursos, entendido esto como la disponibilidad de herramientas de cómputo y cálculo en espacios externos a la universidad. Durante el desarrollo de las clases se hace hincapié en el uso de estas herramientas que se contemplan como mecanismos bilaterales entre el aprendizaje y la puesta en práctica de las habilidades impartidas y los conocimientos por parte del estudiante. Con esto se justifica la importancia del enfoque STEM frente a los objetivos y la puesta en marcha de la ciencia, las matemáticas y la tecnología en los contextos educativos y, por lo tanto, el abordaje y la implementación de diversas formas de enseñanza de las matemáticas en las aulas en aras de reducir errores asociados a estos procesos (Brown et al., 2023).

El alcance de los beneficios de la aplicación del modelo a largo plazo es un aspecto a evaluar.

Contribución de autores

Conceptualización: B.S., A.O.; metodología: B.S., A.O.; *software*: B.S.; validación: B.S., S.C.; análisis formal: B.S., A.O.; investigación: B.S., A.O., S.C.; recursos: B.S.; curaduría de datos: B.S.; escritura (borrador original): B.S., A.O., S.C.; escritura (revisión y edición): B.S., A.O., S.C.; visualización: B.S.; supervisión: B.S.; administración del proyecto: B.S.

6 | REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Accreditation Board for Engineering and Technology. (2019). *Criteria for accrediting engineering programs*. <https://r.issu.edu.do/3n>
- Alcántara-Rosales, R. G., & Moreno-Reyes, H. Hacia el uso de tecnología 5G para la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. *XIX Versión Matemática Aplicada-XIV Versión Estadística–2023*. <https://r.issu.edu.do/j4>
- Al Husaeni, D. N., Nandiyanto, A. B. D., & Maryanti, R. (2023). Bibliometric analysis of special needs education keyword using VOSviewer indexed by google scholar. *Indonesian Journal of Community and Special Needs Education*, 3(1), 1-10. <https://r.issu.edu.do/FR>
- Anton, H. (1984). *Introducción al álgebra lineal*. Limusa.
- Arango, C., Camelo, C., Huertas, M., Rodríguez, C., Sánchez, C., Sánchez, V., & Sojo, J. (2020). *1218 Centennials: generación sin etiquetas*. Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. <https://r.issu.edu.do/5h>
- Arcavi, A. (2003). The role of visual representations in the learning of mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 52(3), 215-241. <https://doi.org/10.1023/A:1024312321077>
- Barberà, E. (2006). Aportaciones de la tecnología a la e-Evaluación. *Revista de Educación a Distancia*, 5(6), 1-13. <https://r.issu.edu.do/p3>
- Báez y Pérez de Tudela, J. (2009). *Investigación cualitativa*. ESIC Editorial. <https://r.issu.edu.do/g8>
- Barragán, S., & Aya, O. (2021). *El video explicativo: Un recurso didáctico en asignaturas de matemáticas para el nivel universitario*. MATECOMPU XXII.
- Barragán, S., & Aya, O. (2021). *Modelación matemática en asignaturas STEM apuntalada por TIC y TAC para la telepresencia*. En A. Guzmán, J. Anguiano, L. Segovia, C. Farfán, y H. Dworaczek, *Re-educando: miradas y saberes en contextos educativos*. 27-48. SUMMA.

- Barragán, S., & Cala, F. (2019). *Educación STEM integrada como estrategia para la permanencia estudiantil en la educación superior*. En N. Moreno (comp.), *Educación STEM/STEAM: Apuestas hacia la formación, impacto y proyección de seres críticos*. 85-110. Editorial Artes y Letras. <https://r.issu.edu.do/Tc>
- Barragán, S., Melo, J., & Aya, O. (2021). *Álgebra Lineal. Modelación, solución de problemas y ejercicios*. Editorial UTADEO. <https://doi.org/10.21789/9789587253177>
- Beheshti, M., Taspolat, A., Kaya, S., & Sapanca, F. (2018). Characteristics of instructional videos. *World Journal on Educational Technology: Current Issues*, 10(1), 61-69. <https://r.issu.edu.do/4e>
- Beltrán-Flandoli, A. M., Pérez-Rodríguez, A., & Mateus, J. C. (2023). YouTube como ciberaula. Revisión crítica de su uso pedagógico en la Universidad Iberoamericana. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 26(1), 287-306. <https://doi.org/10.5944/ried.26.1.34372>
- Bogoya, D. (2012). ¿Qué es un buen docente en educación superior y cómo evaluarlo? Repositorio UNAL. <https://r.issu.edu.do/2I>
- Briceño, J. J. (2015). La argumentación y la reflexión en los procesos de mejora de los profesores universitarios colombianos de ciencia en activo. Aplicación de estrategias formativas sobre ciencia, aprendizaje y enseñanza. *Enseñanza de las Ciencias*, 33(2), 253-254. <http://dx.doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1590>
- Brown, S. (2023). The persistence of matching teaching and learning styles: A review of the ubiquity of this neuromyth, predictors of its endorsement, and recommendations to end it. *Frontiers in Education*, 8, 1147498. <https://doi.org/10.3389/educ.2023.1147498>
- Castiblanco Paiba, A. C., Moreno Armella, L. E., Rodríguez García, F., Acosta Gempeler, M. E., Camargo Uribe, L., & Acosta Gempeler, E. (2002). *Instrumentos matemáticos computacionales* (L. M. Armella, Ed.). *Incorporación de nuevas tecnologías al currículo de matemáticas de la educación media de Colombia*, 81-90. Ministerio de Educación Nacional. Dirección de calidad de educación preescolar, básica y media. <https://r.issu.edu.do/n1>
- Consejo Nacional de Acreditación. (2020). Acuerdo 02 del 2020. Por el cual se actualiza el modelo de acreditación en alta calidad. Ministerio de Educación Nacional. <https://r.issu.edu.do/o>
- Consejo Nacional de Educación Superior. (2014). Acuerdo por lo superior 2034. Propuesta de política pública para la excelencia de la educación superior en Colombia en el escenario de la paz. Consejo Nacional de Educación Superior. <https://r.issu.edu.do/eo>
- Cosenz, F. (2014). A dynamic viewpoint to design performance management systems in academic institutions: theory and practice. *International journal of public administration*, 37, 955-969. <https://doi.org/10.1080/01900692.2014.952824>

- Cuicas, M., Debel, E., Casadei, L., & Álvarez, Z. (2007). El software matemático como herramienta para el desarrollo de habilidades del pensamiento y mejoramiento del aprendizaje de las matemáticas. *Revista Electrónica Actualidades Investigativas en Educación*, 7(2). <https://r.issu.edu.do/rX>
- Cupani, M., Belén Ghio, F., Florencia Leal, M., Mariel Giraudó, G., Castro Zamparella, T., Piumatti, G., & Barrionuevo, L. (2016). Desarrollo de un banco de ítems para medir conocimiento en estudiantes universitarios. *Revista de Psicología*, 25(2), 1-18. <https://r.issu.edu.do/Vc>
- Ding, N., Xu, X., & Lewis, E. (2023). Short instructional videos for the TikTok generation. *Journal of Education for Business*, 98(4), 175-185. <https://doi.org/10.1080/08832323.2022.2103489>
- Domingo, J., Soto, M., Rueda, M., & Gutiérrez, I. (2023). Incidencia de la tecnología en la educación: YouTube como recurso educativo. En *Investigación en la educación formal: metodologías innovadoras para docentes* (pp. 31-38). Dykinson.
- Escobar, G. (2014). La evaluación del aprendizaje, su evolución y elementos en el marco de la formación integral. *Revista de Investigaciones UCM*, 14(24), 126-141. <http://dx.doi.org/10.22383/ri.v14i2.27>
- Figuerola, N., Cataldi, Z., Méndez, P., Rendón, J., Costa, G., & Lage, F. (2005). *Los estilos de aprendizaje y el desgranamiento universitario en carreras de informática*. JEITICS 2005 - Primeras Jornadas de Educación en Informática y TIC en Argentina, 15-19. <https://r.issu.edu.do/LG>
- García, M. (2014). Uso instruccional del video didáctico. *Revista de Investigación*, 38(81), 43-67. <https://r.issu.edu.do/D>
- González, D., & Roa, S. (2017). Un esquema de transformación lineal: construcción de objetos abstractos a partir de la interiorización de acciones concretas. *Enseñanza de las Ciencias*, 35(2), 89-107. <http://dx.doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2150>
- Goos, M., Carreira, S., & Namukasa, I. (2023). Mathematics and interdisciplinary STEM education: recent developments and future directions. *ZDM Mathematics Education*, 55, 1199-1217. <https://doi.org/10.1007/s11858-023-01533-z>
- Grossman, S. (1996). *Álgebra Lineal*. McGraw-Hill.
- Guitert, M., & Pérez-Mateo, M. (2013). La colaboración en la red: hacia una definición de aprendizaje colaborativo en entornos virtuales. *Teoría de la Educación. Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*, 14(1), 10-31. <https://r.issu.edu.do/ga>
- Guirao Goris, S. J. A. (2015). Utilidad y tipos de revisión de literatura. *Ene*, 9(2). <https://dx.doi.org/10.4321/S1988-348X2015000200002>
- Hallström, J., & Ankiewicz, P. (2023). Design as the basis for integrated STEM education: A philosophical framework. *Frontiers in Education*, 8, 1078313. <https://doi.org/10.3389/feduc.2023.1078313>

- International Labour Organisation. (1986). The Right to Strike and the International Labour Organisation (ILO). *King's Law Journal*, 27(1), 110-131. <https://doi.org/10.1080/09615768.2016.1148297>
- Kelley, T., & Knowles, G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*, 3(11), 1-11. <https://doi.org/10.1186/s40594-016-0046-z>
- Khatin-Zadeh, O., Farsani, D., & Breda, A. (2023). How can transforming representation of mathematical entities help us employ more cognitive resources? *Frontiers in Psychology*, 14(1091678). <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1091678>
- Kolman, B., & Hill, D. (2013). Álgebra Lineal. *Fundamentos y Aplicaciones*. Pearson.
- Larson, R., & Edwards, B. (2010). *Cálculo 2. De varias variables*. McGraw-Hill.
- Marín-Ríos, A., Cano-Villa, J., & Mazo-Castañeda, A. (2023). Apropiación de la educación STEM/STEAM en Colombia: una revisión a la producción de trabajos de grado. *Revista Científica*, 47(2), 55-70. <https://doi.org/10.14483/23448350.20473>
- Martínez-Clares, P., Pérez, F., & González-Lorente, C. (2022). Las competencias tutoriales del docente universitario. Validación de una herramienta. *Revista electrónica de investigación educativa*, 24(3), 1-15. <https://doi.org/10.24320/redie.2022.24.e03.4028>
- Maryanti, R., Nandiyanto, A., Hufad, A., Sunardi, S., Al Husaeni, D. N., & Al Husaeni, D. (2023). A computational bibliometric analysis of science education research using VOSviewer. *Journal of Engineering Science and Technology*, 18(1), 301-309. <https://r.issu.edu.do/Ql>
- Ministerio de Educación Nacional. (2015). Guía para la implementación del modelo de gestión de permanencia y graduación estudiantil en instituciones de educación superior. Ministerio de Educación Nacional. <https://r.issu.edu.do/11>
- Ministerio de Educación Nacional. (2018). Referentes de calidad: una propuesta para la evolución del sistema de aseguramiento de la calidad. Ministerio de Educación Nacional. <https://r.issu.edu.do/8L>
- Muhammad, I., Darmayanti, R., Arif, V. R., & Afolaranmi, A. O. (2023). Discovery Learning Research in Mathematics Learning: A Bibliometric Review. *Delta-Phi: Jurnal Pendidikan Matematika*, 1(1), 26-33. <https://doi.org/10.61650/dpjpgm.v1i1.77>
- Mullis, I., Martin, M., Ruddock, G., O'Sullivan, C., & Preuschoff, C. (2009). *TIMSS 2011 Assessment Frameworks*. Boston: International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA). <https://r.issu.edu.do/Kl>
- Munizaga, F., Cifuentes, M., & Beltrán, A. (2018). Retención y abandono estudiantil en la educación superior universitaria en América Latina y el Caribe: una revisión sistemática. *Archivos analíticos de políticas educativas*, 26(1), 1-36. <https://doi.org/10.14507/epaa.26.3348>

- National Academy of Engineering and National Research Council. (2014). STEM integration in K-12 education: education, status, prospects, and an agenda for researchers. *The National Academies Press*.
<https://doi.org/10.17226/18612>
- Oliva, J. (2019). Distintas acepciones para la idea de modelización en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 37(2), 5-24.
<https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2648>
- Opazo, C., & Cordero, F. (2021). Estudiante de docencia en matemáticas y la construcción de la identidad disciplinar. *Estudios pedagógicos Valdivia*, 47(1), 109-131. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07052021000100109>
- Peramunugamage, A., Ratnayake, U., & Karunanayaka, S. (2023). Systematic review on mobile collaborative learning for engineering education. *Journal of Computers in Education*, 10, 83-106.
<https://doi.org/10.1007/s40692-022-00223-1>
- Ramírez, M. (2016). Posibilidades del uso educativo de Youtube. *Ra Ximbai*, 12(6), 537-546. <https://r.issu.edu.do/CX>
- Robano, V., Bert, B., Heriard-Dubreil, P., Lehuede, H., & Jankowska, A. (2015). *Colombia: políticas prioritarias para un desarrollo inclusivo*. OECD Publishing.
<https://r.issu.edu.do/uz>
- Rodríguez, R., López, B., & Mortera, F. (2017). El video como Recurso Educativo Abierto y la enseñanza de Matemáticas. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 19(3), 92-100. <https://doi.org/10.24320/redie.2017.19.3.936>
- Roig-Vila, R. (2018). *El compromiso académico y social a través de la investigación e innovación educativas en la enseñanza superior*. Octaedro. <https://r.issu.edu.do/ys>
- Ruiz, J., Rodríguez, H., De León, M. d., & Espino, C. (2019). Enseñanza del cálculo vectorial a través del *software* libre GeoGebra. *AMIUTEM*, 7(2), 37-47. <https://r.issu.edu.do/hw>
- Saad, M., & Rabie, A. (2023). Designing a bank of questions in the subject of statistics for students of the Faculty of Physical Education, Sadat City University, using the Rasch model according to the theory of response to the test item. *Assiut Journal of Sport Science and Arts*, 2023(1), 1-12.
<https://r.issu.edu.do/75>
- Sánchez, R., Cejudo, C., Gavira, S., & Gavira, R. (2022). Autopercepción inicial y nivel de competencia digital del profesorado universitario. *Texto Livre: Linguagem e Tecnologia*, 15, 1-24. <https://r.issu.edu.do/YF>
- Shinde, R., & Kaynak, D. (2016). *Analysis of the Turkish Education System: A System Dynamics Approach on Dropouts and Deficiencies in Job Market*.
bit.ly/3rLZE41
- Stohlman, M., Moore, T., & Roehrig, G. (2012). Considerations for teaching integrated STEM education. *Journal of Pre-college Engineering Education Research*, 2(1), 28-34. <https://doi.org/10.5703/1288284314653>

- Stewart, J. (2002). *Cálculo Multivariable*. Thomson Learning.
- Thomas, L. (2002). Student retention in higher education: the role of institutional habitus. *Journal of Education Policy*, 17(4), 423-442.
<http://dx.doi.org/10.1080/02680930210140257/>
- Tigrero, A. A., Choez, J. M., & Guale, C. T. (2020). Las TIC en el aprendizaje significativo de la matemática: Estudio bibliométrico. *Revista Ciencias Pedagógicas e Innovación*, 8(1), 36-45. <http://dx.doi.org/10.26423/rcpi.v8i1.366>
- Tshai, K., Ho, J., Yap, E., & Ng, H. (2014). Outcome-based education—The assessment of programmed educational objectives for an engineering undergraduate degree. *Engineering Education*, 9(1), 74-85.
<https://doi.org/10.11120/ened.2014.00020>
- Tsupros, N., Kohler, R., & Hallinen, J. (2008). *STEM Education in Southwestern Pennsylvania*. 1-36. <https://r.issu.edu.do/6J>
- United Nations. (2020). *Policy Brief: Education during COVID-19 and beyond*. 1-26.
<https://r.issu.edu.do/VJ>
- Universidad del Desarrollo. Centro de Desarrollo de la Docencia. (2018). *Guía para redactar resultados de aprendizaje*. <https://r.issu.edu.do/VD>
- Vásquez, A. (2014). *Hacia un perfil docente para el desarrollo del pensamiento computacional basado en educación STEM para la media técnica en desarrollo de software*. [Maestría, Universidad EAFIT]. Repositorio Universidad EAFIT.
<https://r.issu.edu.do/yT>
- Velarde, A., Dehesa, J., López, E., & Márquez, J. (2017). Los vídeos tutoriales como apoyo al proceso de enseñanza aprendizaje y sus implicaciones pedagógicas en el diseño instruccional. *EDUCATECONCIENCIA*, 14(15), 67-86. <https://r.issu.edu.do/3x>
- World Bank. (Abril de 2021). *Global Economic Prospects*. World Bank Group.
<https://doi.org/10.1596/978-1-4648-1758-8>