

**Evaluación del Efecto del uso del Software Matlab en los Procesos Pedagógicos de la  
Asignatura de Ecuaciones Diferenciales**



Oscar Julián Oviedo Forero

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS  
DIVISIÓN DE CIENCIAS SOCIALES Y EDUCACIÓN  
Facultad de Educación  
Especialización en Pedagogía para la Educación Superior  
Bogotá D.C.

2025

**Evaluación del Efecto del uso del Software Matlab en los Procesos Pedagógicos de la  
Asignatura de Ecuaciones Diferenciales**

Oscar Julián Oviedo Forero

Asesor: Humberto Sánchez Rueda

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

DIVISIÓN DE CIENCIAS SOCIALES Y EDUCACIÓN

Facultad de Educación

Especialización en Pedagogía para la Educación Superior

Bogotá D.C.

2025

## Tabla de contenido

Introducción .....	7
Capítulo 1. Planteamiento del Problema.....	8
1.1. Contexto y/o Lugar de Indagación .....	8
1.2. Descripción de la Problemática – Pregunta del Problema .....	10
1.3. Objetivos .....	10
1.3.1. Objetivo General.....	10
1.3.2. Objetivos Específicos .....	10
1.4. Antecedentes .....	11
1.5. Justificación.....	18
Capítulo 2. Referentes Teóricos .....	20
2.1. Educación matemática en contexto universitario.....	20
2.1.1. Procesos pedagógicos en matemáticas en educación superior.....	20
2.1.2. Didáctica de las matemáticas en educación superior .....	21
2.1.3. Enseñanza tradicional.....	23
2.1.4. Enseñanza de las matemáticas con mediación tecnológica.....	24
2.1.5. Modificaciones curriculares para incluir la mediación tecnológica en los cursos del área.....	25
2.2. Enseñanza y Aprendizaje de las Ecuaciones Diferenciales.....	26

2.2.1. Contenidos fundamentales del curso.....	26
2.2.2. Dificultades frecuentes en el aprendizaje.....	27
2.2.3. Estrategias pedagógicas recomendadas.....	28
2.3. Tecnología Educativa en Matemáticas: Uso de MATLAB .....	29
2.3.1. Definición y características de MATLAB .....	29
2.3.2. Integración pedagógica del software .....	31
2.3.3. Limitaciones y desafíos en el uso de este software matemático .....	33
Capítulo 3. Diseño Metodológico .....	34
3.1. Tipo y enfoque de investigación .....	34
3.2. Conceptualización de la metodología .....	34
3.3. Fases de trabajo .....	36
3.3.1. Fase 1. Identificación del Caso .....	36
3.3.2. Fase 2. Diseño de los instrumentos .....	38
3.3.3. Fase 3. Recolección de la información .....	42
3.3.4. Fase 4: Análisis de datos .....	44
Capítulo 4. Cronograma y Proyecciones.....	46
Conclusiones .....	48
Referencias.....	49

**Lista de Figuras**

Figura 1: Modelo estructural propuesto .....	39
--	----

**Lista de Tablas**

Tabla 1 Descripción de los parámetros del modelo .....	40
Tabla 2 Elementos para el diseño del cuestionario .....	42
Tabla 3. Cronograma de la primera repetición. Primer semestre de 2026 .....	46
Tabla 4:Cronograma de la segunda repetición. Segundo semestre de 2026 .....	47

## Introducción

El presente documento es el anteproyecto de una investigación que tiene por objetivo evaluar el efecto de implementar el software matemático Matlab en los procesos pedagógicos de los cursos ecuaciones diferenciales que se orientan en la facultad de Ingeniería de la Universidad Piloto de Colombia, seccional del Alto Magdalena. Esta investigación surge como respuesta innovadora ante la tendencia a la enseñanza tradicional y conductista de la materia, en la que se realizan ejercicios descontextualizados y sin relevancia práctica para el futuro profesional de los estudiantes en educación superior.

Con la llegada de la computación de altas prestaciones, las aplicaciones de las matemáticas en los campos profesionales se han transformado y el sector productivo demanda habilidades de manejo computacional, especialmente en áreas como la ingeniería y la ciencia en donde las ecuaciones diferenciales rigen los fenómenos que se estudian. A lo anterior se debe añadir que los contenidos del curso tienden a ser desafiantes para la mayoría de estudiantes que por primera vez se introducen en el estudio de esta rama de las matemáticas, por lo que la implementación del software se constituye como un recurso que facilita el aprendizaje activo y la comprensión de conceptos teóricos avanzados.

A través de una metodología cuantitativa con enfoque explicativo se quiere estudiar las relaciones causales que existen entre constructos como el uso de software, la autoeficacia del estudiante y el rendimiento en la asignatura, para lo cual se ha diseñado un modelo de ecuaciones estructurales (SEM) con el que se espera realizar el análisis de datos cuantitativos obtenidos de dos repeticiones de la aplicación de un cuestionario Likert de una muestra de al menos 150 estudiantes de la institución en mención.

## Capítulo 1. Planteamiento del Problema

### 1.1. Contexto y/o Lugar de Indagación

De acuerdo con lo planteado por autores como Ricoy Y Couto (2018) existen múltiples elementos que influyen el aprendizaje de las matemáticas, dentro de los cuales se encuentra el fenómeno de la desmotivación hacia la materia, dado que el estudiante percibe los contenidos como difíciles y muy abstractos. También se ha identificado que la metodología tradicional que comúnmente se emplea para enseñar esta asignatura tiene un enfoque memorístico, conductista y desligado de la vida cotidiana del aprendiz y de otras ramas del conocimiento (Herrera et al., 2012).

En este sentido, la integración de tecnologías y software es una estrategia pedagógica adecuada para la enseñanza de asignaturas complejas, como ecuaciones diferenciales en contextos universitarios, ya que permite el desarrollo de competencias prácticas en los estudiantes y aumenta su motivación; sin embargo, se observa un retraso significativo en la implementación de dichas estrategias por parte de muchos docentes, quienes optan por evitar su uso debido a que lo consideran como una opción poco relevante o bien porque dentro de su conocimiento disciplinar no manejan el uso de dichos software, lo cual conlleva a una reproducción de los procesos tradicionales de enseñanza (Carrasco et al., 2012).

El contexto que se busca analizar con el desarrollo de este proyecto es el de los cursos de ecuaciones diferenciales que se orientan en las carreras de ingeniería de la Universidad Piloto de Colombia seccional del Alto Magdalena. El modelo pedagógico que se maneja actualmente para la enseñanza de este curso es el modelo tradicional, pero incorporando elementos de pedagogías activas ya que se ha adoptado la metodología de aprendizaje basado en proyectos dentro de los planes de curso del área común de matemáticas, por lo que los estudiantes proponen proyectos de aplicación de los conceptos aprendidos en clase. No obstante, el desarrollo de competencias prácticas es limitada ya que el desarrollo del curso únicamente se enfoca en la repetición mecánica de ejercicios sin profundizar en el contexto aplicado a las carreras de ingeniería.

La enseñanza de las ecuaciones diferenciales requiere de la realización de simulaciones de sistemas dinámicos, la generación de gráficos y comparar soluciones analíticas con soluciones numéricas, lo cual requiere un intensivo coste computacional para la obtención de resultados; no obstante, el uso de software matemático especializado como Matlab no ha sido implementado a profundidad en los procesos de enseñanza de este curso, ni tampoco se evidencia la existencia de investigaciones sobre el uso de software en esta población. Teniendo en cuenta lo anterior, se considera que es factible implementar dicha metodología para el desarrollo de las clases con el fin de estudiar, mediante la recopilación de datos estadísticos, la incidencia que tiene el software matemático en el desarrollo de los procesos pedagógicos y el rendimiento de los estudiantes.

## **1.2. Descripción de la Problemática – Pregunta del Problema**

¿Cuál es el efecto de la implementación del software Matlab para la enseñanza de la modelación y solución de sistemas de ingenieriles en el curso de ecuaciones diferenciales de las carreras de ingeniería de la Universidad Piloto de Colombia seccional del Alto Magdalena?

## **1.3.Objetivos**

### **1.3.1. Objetivo General**

Evaluar el efecto del uso del software Matlab en la enseñanza de la modelación y solución de sistemas ingenieriles en la asignatura de ecuaciones diferenciales de las carreras de ingeniería de la Universidad Piloto de Colombia seccional del Alto Magdalena con el fin de validar su implementación como estrategia didáctica para una educación matemática en contexto.

### **1.3.2. Objetivos Específicos**

Formular procesos pedagógicos como ejes de reflexión en el curso de Ecuaciones Diferenciales, con el propósito de identificar prácticas que favorezcan el aprendizaje significativo de la modelación y solución de sistemas ingenieriles.

Identificar la práctica del uso del software Matlab en el contexto de la enseñanza de la modelación y solución de sistemas ingenieriles en la asignatura de ecuaciones diferenciales con el fin de analizar su impacto en los procesos pedagógicos y en el desarrollo de competencias en los estudiantes.

Reflexionar sobre el impacto de la mediación tecnológica en los procesos pedagógicos del curso de ecuaciones diferenciales para comprender las transformaciones que genera en comparación con el modelo pedagógico tradicional.

#### 1.4. Antecedentes

En primer lugar, el trabajo realizado por Bendezu (2023) es una tesis de maestría que consiste en la revisión de artículos científicos que han presentado aportes sustantivos sobre herramientas didácticas innovadoras en la enseñanza de la matemática en educación superior en el período comprendido entre 2018 y 2023. La investigación se basa en un enfoque de tipo cualitativo, que permite la exploración de las manifestaciones particulares de los fenómenos relacionados con el uso de las herramientas didácticas innovadoras en la enseñanza de la matemática. El diseño de investigación se tomó como una revisión sistemática que implica la síntesis clara y concisa de información sobre preguntas específicas de investigación. (Bendezu, 2023).

Como resultado se evidencia que recursos como Matlab, Kahoot y Geogebra son muy útiles para mejorar la enseñanza de las matemáticas; demostrando así, que hay un amplio rango de herramientas didácticas disponibles, principalmente aportaciones de aplicaciones de software en línea. Se concluye que el uso de características didácticas por los docentes promueve aprendizaje significativo en matemáticas, así como la realización del trabajo individual y grupal de los estudiantes (Bendezu, 2023).

Un segundo trabajo realizado por Bravo (2024) consiste también en una tesis de maestría en la que se revisa sistemáticamente trabajos de maestría en los que se emplean recursos didácticos. Se seleccionaron 9 estudios que mostraron un predominio del uso de software educativo como Matlab, GeoGebra, Mathematica, y Moodle, los cuales demostraron mejorar el rendimiento y la satisfacción de los estudiantes. Los resultados del trabajo revelan que su uso demuestra un aumento en el rendimiento de los estudiantes y en su satisfacción.

Los autores establecen que es importante hacer mayor investigación sobre el impacto de estas herramientas en diversos contextos. El estudio de los dos trabajos mencionados anteriormente es de relevancia práctica para esta investigación ya que permite justificar el por qué se desea trabajar con software como herramienta didáctica en matemáticas y construir un marco teórico robusto alrededor de conceptos relacionados la aplicación de esta herramienta en contextos universitarios. Un aspecto importante de estos documentos es que en ellos se pueden encontrar distintos estudios clasificados por temas de matemáticas abordados con software, lo cual facilita la revisión de la información según los contenidos que se quiera estudiar.

Los siguientes dos trabajos muestran experiencias de éxito en la implementación del software Matlab en la enseñanza de las ecuaciones diferenciales en ingeniería. El primero de ellos es la tesis doctoral realizada por Castillo (2024), quien realizó un estudio de caso conformado por una muestra de estudiantes de tercer semestre de la carrera de Ingeniería de sistemas y computación, con los que se desarrolló la modelización matemática de fenómenos físicos descritos por ecuaciones diferenciales. Se observan impactos positivos y significativos en los procesos pedagógicos tales como una mejoría en el entendimiento de los conceptos avanzados, dado que es posible realizar múltiples simulaciones con distintos parámetros y obtener gráficos y retroalimentación inmediata, así como el desarrollo de competencias de programación y resolución de problemas aplicados a situaciones del mundo real.

Dando continuidad a lo planteado anteriormente es importante resaltar el aporte realizado por Kontrová y Šusteková (2020) quienes realizaron una investigación que consiste en la adopción de Matlab como un sistema algebraico computacional (CAS, Computer Algebra System) en la enseñanza de ecuaciones diferenciales a estudiantes de ingeniería, con lo que buscaron aumentar el interés y entendimiento del estudiante al suplementar la enseñanza tradicional con el uso de este software, dadas sus capacidades de cálculo simbólico, cálculo numérico y de visualización.

La aproximación pedagógica que realizaron las investigadoras no buscó reemplazar el método tradicional sino enriquecerlo, ya que la secuencia didáctica inició con el desarrollo de una fundación teórica sólida para que los estudiantes pudieran comprender los conceptos necesarios de la materia y demostraran que han alcanzado la competencia de resolver ejercicios de manera manual; luego de ello, se enseñaron los comandos de Matlab necesarios para realizar dichos ejercicios mediante el software. Se puede concluir que el uso de Matlab para la resolución de problemas reales mejora la comprensión de los conceptos abstractos, ya que generar sus cálculos mediante representaciones simbólicas y visuales de MATLAB es un ahorro de tiempo y energía. Además, esto permite centrarse en la comprensión del fenómeno que se está estudiando y realizar experimentos virtuales bajo diferentes condiciones, aspectos cruciales en la formación de ingenieros(Kontrová & Šusteková, 2020).

Los siguientes 4 trabajos son experiencias en la enseñanza de análisis matemático, cálculo integral y métodos numéricos, que son conocimientos fundamentales para comprender la materia ecuaciones diferenciales e ilustran la importancia de implementar estas herramientas para la comprensión de conceptos matemáticos avanzados. El primero de estos es el trabajo realizado por Fernández (2019) que es una tesis de maestría con una metodología de tipo mixta que analiza la relación entre el software Matlab, las clases de reforzamiento y las calificaciones finales obtenidas por los alumnos en el curso de Análisis Matemático de la Universidad San Pedro. La población estudiada incluye estudiantes que cursan el Curso de Análisis Matemático de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad San Pedro en el ciclo 2017-1.

Una muestra de 35 estudiantes se seleccionó mediante muestreo simple al azar, garantizando a cada estudiante la misma probabilidad de ser incluido en el estudio. En el análisis estadístico se encontró una correlación de 0.38, entre los resultados académicos satisfactorios y la implementación tanto de Matlab como de clases de refuerzo. Individualmente, la correlación entre el uso de Matlab y el rendimiento es de 0.349. Por su parte, la correlación entre las clases de refuerzo y el rendimiento es de 0.34 (Fernández, 2019).

La investigación realizada por Gutiérrez (2019) tiene por objetivo determinar la influencia del uso del software Matlab en los procesos de enseñanza de cálculo integral en una muestra de estudiantes de ingeniería. El enfoque empleado es de tipo cuantitativo y se empleó el método de tipo hipotético deductivo; se trata de una investigación aplicada. Se plantearon las hipótesis de que el software Matlab incide positivamente en los tres niveles de competencias evaluadas en los estudiantes, siendo la variable independiente el uso del software y la variable dependiente el aprendizaje del cálculo integral.

Se dividió la muestra en un grupo de control y un grupo experimental. La técnica de recolección de datos empleado es la encuesta con un cuestionario, previa validación del instrumento. Para el análisis de los datos se empleó estadística descriptiva con la creación de tablas de frecuencias y también estadística inferencial empleando la prueba U Mann Whitney; El análisis muestra que se produjeron mejoras significativas en la puntuación de los estudiantes luego de empleado el software Matlab en comparación con el grupo de control. El análisis estadístico inferencial demostró que el grupo experimental obtuvo mejores niveles conceptuales, procedimentales y actitudinales en el aprendizaje con respecto al grupo de control (Gutiérrez, 2019).

Dando continuidad a los antecedentes enunciados es pertinente mostrar el trabajo realizado por Ñañez (2022), el cual es una investigación aplicada que busca determinar cómo el software Matlab incide en el rendimiento de los estudiantes de matemáticas en una institución de educación superior. Los datos fueron recolectados mediante una encuesta, utilizando como instrumento un cuestionario en escala de Likert. Las fases de la investigación fueron el planeamiento, que consiste en gestionar los permisos correspondientes con los directivos del centro de estudios y la elaboración del plan de trabajo de campo, la aplicación del instrumento luego de las sesiones de aprendizaje y finalmente el análisis de datos mediante un análisis estadístico descriptivo e inferencial.

El rendimiento matemático se evaluó en componentes como el razonamiento matemático, la comunicación matemática, la construcción de modelos, el planteamiento y solución de problemas. El análisis estadístico descriptivo muestra que el nivel de los estudiantes es alto en el grupo experimental en comparación con el grupo de control, lo cual permite inferir que la aplicación del software Matlab incide positivamente en aspectos como el razonamiento matemático y la construcción de modelos matemáticos. Asimismo, se aprecia una reducción del porcentaje de estudiantes con niveles bajos de rendimiento académico luego de la aplicación del software (Ñañez, 2022).

El trabajo realizado por Pizarro (2009) tiene como objetivo el diseño, desarrollo e implementación de software educativo para la mejora del aprendizaje de los métodos numéricos, ya que esta tecnología permite la visualización de gráficas y la interactividad del alumno con el contenido. Cabe resaltar que los métodos numéricos son aquellos con los que es posible obtener soluciones numéricas de sistemas de ecuaciones diferenciales, por lo que se relaciona directamente con este proyecto.

Se empleó una metodología de tipo cuantitativa y cualitativa; identificando las necesidades de los estudiantes para luego proceder a la programación del software; se incluyó funcionalidades para la visualización y la comparación de resultados. Una vez obtenido el software en su versión final se implementó en el aula para evaluar su impacto. La población consiste en los estudiantes del curso de métodos numéricos, mientras que la muestra empleada para evaluar el software son los estudiantes del año 2007 (Pizarro, 2009).

En general, los datos recolectados indican que el software facilita la comprensión teórica y la resolución de ejercicios, aunque es importante reforzar métodos que requiere de un grado mayor de análisis. De la observación realizada en clase el autor concluye que los alumnos no se han familiarizado con la computación y por eso no se encuentran cómodos utilizando el software; muchos de ellos preferían utilizar calculadoras para trabajar. A pesar de ello, los alumnos en las encuestas responden positivamente indicando que el software es útil para la comprensión de los conceptos (Pizarro, 2009).

## 1.5. Justificación

La transformación digital en la educación ha propiciado cambios en las metodologías de enseñanza de asignaturas abstractas como las matemáticas y las ciencias en un nivel universitario. Es por eso que el uso del software ha acabado siendo una alternativa didáctica atractiva para fomentar el aprendizaje autónomo y significativo, pues otorga a los estudiantes gran cantidad de herramientas a su alcance para entender nuevos conceptos, a la vez de poder ver de inmediato el resultado de sus cálculos y sacar conclusiones respecto a esa información.

Esta metodología permite que el estudiante pase el tiempo en aprender a comprender profundamente los fenómenos, principios y variables subyacentes al problema que quiere resolver en lugar de intentar repetir manualmente un algoritmo, la cual es algo que se puede hacer eficazmente por medio de un ordenador. Esto aporta a poder profundizar en los problemas que se pretende resolver, enfocando el aprendizaje en contenidos prácticos, lo cual es muy importante en disciplinas como la ingeniería y ciencias económicas, donde la formación de competencias prácticas debe ser mayor que el conocimiento mecánico o teórico de matemáticas propios de la enseñanza tradicional.

El inconveniente que resulta de esta aproximación a la enseñanza es que no refleja las técnicas y metodologías utilizadas en el campo profesional, en el cual la aplicación de las matemáticas es computacional. Por este motivo, la importancia de la implementación del software matemático debe motivar a la comunidad académica a propender por incentivar el uso de dichas herramientas en las clases de pregrado de carreras como ingeniería y ciencias. Es un hecho que para lograr dicha transformación en el aula se requiere de una reforma del currículo con el fin de enfocar el proceso de enseñanza en el desarrollo de la creatividad y la aplicabilidad de los contenidos (Morales Y Blanco, 2019).

A pesar de las ventajas mencionadas, la adopción de este tipo de herramientas es aún limitada y su impacto educativo en contextos universitarios no se ha estudiado a profundidad. Por ello, mediante el desarrollo de este proyecto se propende por evaluar el efecto del uso del software Matlab en la enseñanza de la modelación y solución de sistemas ingenieriles, lo cual propicia el desarrollo de modelos teóricos que describan cómo el uso de la tecnología incide en el aprendizaje de las matemáticas, específicamente en los cursos de ecuaciones diferenciales, ampliando las teorías existentes relacionadas con la didáctica de esta materia y reformulando metodologías de enseñanza para la optimización de los resultados educativos.

Este proyecto se enmarca en lo establecido en el objetivo de desarrollo sostenible número 4 ya que se propende por la adopción de estrategias didácticas innovadoras para el mejoramiento de la calidad educativa. Dentro de los impactos a nivel social se encuentra la mejora de los procesos de enseñanza-aprendizaje dentro de la institución que se estudia, ya que se contribuye a la formación de estudiantes con la capacidad de resolver problemas prácticos complejos y también se proporcionará evidencias para justificar la implementación de software matemático dentro del currículo de los programas de ingeniería. El demostrar la efectividad del uso de software en el aula permitirá incentivar este tipo de estrategias didáctica en otras instituciones educativas, fomentando una cultura educativa que propenda por la aplicación del conocimiento en situaciones reales mediante herramientas computacionales.

## Capítulo 2. Referentes Teóricos

El marco teórico se fundamenta en las categorías de análisis presentadas para superar la problemática a saber, por tanto, se establecieron tres categorías de análisis que son: Educación matemática en contexto universitario, enseñanza y aprendizaje de las ecuaciones diferenciales, Tecnología educativa en matemáticas: Uso de MATLAB.

### 2.1. Educación matemática en contexto universitario

#### 2.1.1. Procesos pedagógicos en matemáticas en educación superior

Es importante tener en cuenta que las actividades y acciones que realizan los docentes en sus planeaciones para lograr un proceso de enseñanza-aprendizaje eficaz son fundamentales en los diferentes contextos, por tanto, Vílchez (2007) refiere que:

La utilización de los sistemas instruccionales como una metodología complementaria para la enseñanza y el aprendizaje de la matemática en la educación superior. Los avances de la inteligencia artificial en este campo, están otorgando a profesores y estudiantes nuevas oportunidades, donde el proceso educativo, respetando la diversidad, permita la adquisición de competencias que han sido difíciles de alcanzar en la educación tradicional, tales como: aprendizaje autodirigido, gestión del propio conocimiento, automotivación y autodirección. (p.42)

En este sentido, el avance de la computación y la invención en la didáctica de las matemáticas han ido transformando los métodos tradicionales de esta ciencia, lo cual genera que los docentes hagan uso de diversos recursos de manera creativa e innovadora para generar avances en la enseñanza de las matemáticas en educación superior, potenciando el aprendizaje de los estudiantes. A partir de lo anterior, (Naranjo et al., 2024) menciona que la tecnología de la educación 4.0 y el uso de nuevas tendencias didácticas permite a los docentes implementar nuevas estrategias de enseñanza- aprendizaje de la matemática para una apropiación adecuada y significativa de los contenidos.

#### 2.1.2. Didáctica de las matemáticas en educación superior

La didáctica constituye una disciplina que busca identificar y mejorar los procesos de enseñanza-aprendizaje, en este caso de las matemáticas desde el nivel universitario. El objetivo primordial de esta es facilitar la comprensión de conceptos, donde se promueva el pensamiento crítico, la resolución de problemas, entre otros; de allí, que en un contexto que está en constante evolución la didáctica en las matemáticas para la educación superior se debe adaptar a las nuevas demandas tecnológicas y metodológicas, que contribuyan a formar profesionales capaces de aplicar sus conocimientos en los diferentes ámbitos laborales, además de generar un mayor interés mientras se está estudiando.

Con respecto a lo anterior, Vélchez (2006) menciona que la tendencia actuales en concordancia con los avances científicos requiere que haya un cambio en los procesos pedagógicos, que permita transformar los métodos utilizados y estrategias didácticas, aprovechando las oportunidades tecnológicas de la información y la comunicación; frente a esto es importante mencionar que la tecnología tiene un valor importante en los diseños didácticos utilizados por los docentes, pues es una herramienta que día a día se ha fortalecido y utilizarla es importante en el proceso de los estudiantes universitarios.

Actualmente, la tendencia dictada por los progresos en ciencia y tecnología requiere un cambio hacia la exploración de nuevos métodos y estrategias pedagógicas, en la que se aprovechen todos los beneficios de la computación científica. En este sentido, Zabala-Vargas et al. (2020) refiere que se evidencia la importancia de utilizar metodologías educativas novedosas para la instrucción de las matemáticas en la educación universitaria, pues diferentes carreras desde las ingenierías, medicina, administración, finanzas hasta las ciencias naturales, requieren que los alumnos aprendan a emplear y poner en práctica los conocimientos matemáticos en las diversas circunstancias que enfrentan en su trayectoria profesional. De allí que, aplicar el aprendizaje matemático basado en juegos puede ser un método prometedor que proporciona situaciones de aprendizaje motivadoras a los estudiantes. Por tanto, las herramientas computacionales son una oportunidad para la enseñanza -aprendizaje de las matemáticas en educación superior, permitiéndoles construir nuevos conocimientos a partir de estrategias didácticas motivadoras.

Ahora bien, se identifica que la tecnología es una herramienta fundamental en esta nueva era, lo que lleva a que los docentes universitarios incorporen nuevos fundamentos didácticos que propendan por un aprendizaje activo y significativo. Para ello Sánchez (2012), reseña sobre la importancia de diversificar las metodologías y medios para favorecer un aprendizaje dinámico en diferentes espacios educativos que permita a los estudiantes participar en la resolución de problemas, expresar sus ideas y reflexionar sobre el desarrollo del pensamiento matemático.

La enseñanza de las matemáticas en educación superior requiere enfrentar desafíos importantes en la actualidad, buscando enfoques pedagógicos innovadores que motiven a los estudiantes universitarios a mejorar su rendimiento académico y potencias sus habilidades analíticas y de resolución de problemas, las cuales serán fundamentales para le desarrollo profesional y académico en los diferentes ámbitos de la vida. En este sentido, algunos de los modelos pedagógicos a nivel universitario para el desarrollo de las clases de esta materia son los siguientes:

### 2.1.3. Enseñanza tradicional

La enseñanza tradicional de las matemáticas ha sido quizás un enfoque predominante durante mucho tiempo, caracterizándose por una metodología memorística y repetitiva que enfatiza en la resolución de problemas y ejercicios, dando prioridad a la adquisición de conocimientos teóricos, aunque a partir de este método se han transmitido conceptos fundamentales, también se crítica la falta de enfoque en una comprensión profunda de las matemáticas, para fomentar el razonamiento y creatividad del estudiante.

Por tanto, (Taimal, 2022) refiere que los modelos educativos tradicionales se vienen aplicando desde muchos años atrás, siendo conocida por la forma de transmitir conocimientos que a su vez impiden que el educando pueda opinar de aquel aprendizaje que se le enseña; este aprendizaje se destaca porque quiere conservar el orden y mostrar la figura de un maestro autoritario que siempre exige disciplina.

#### 2.1.4. Enseñanza de las matemáticas con mediación tecnológica

Las nuevas tecnologías en esta sociedad traen implicaciones en cuanto a la información y el conocimiento que se da a nivel educativo, pues los avances en esta traen consigo una apertura a los cambios en los procesos pedagógicos, sobre todo a nivel universitario donde la virtualidad ha tomado gran fuerza a partir de la pandemia, cerrando brechas de acceso y distancia. Cabe señalar, que Vélchez (2007) menciona en su artículo que:

El desarrollo de las tecnologías digitales con sus consecuentes cambios sociales y culturales está transformando el contexto de las instituciones de enseñanza superior. A su vez, muchas universidades conscientes del proceso y su irreversibilidad, han optado por adaptarse y valerse de las bondades brindadas. (p.4)

Adicionalmente, como se viene mencionando el desarrollo tecnológico ha traído consigo cambios trascendentales para la sociedad, de allí que Ramos (2019) describe que estos cambios han propiciado que exista una cantidad de información cada vez más amplia, lo que conlleva a que el mundo de hoy necesite profesionales y ciudadanos capaces de interpretar dicha información. Por tanto, el apropiarse del manejo de tecnologías permite avances favorables a nivel profesional, sin embargo, el estudio indica que cuando los alumnos universitarios adoptan posturas desfavorables hacia el campo de las matemáticas, esto se manifiesta en los resultados, en lo que respecta al aprendizaje y uso de las tecnologías.

#### 2.1.5. Modificaciones curriculares para incluir la mediación tecnológica en los cursos del área.

Actualmente, incorporar la mediación tecnológica en la enseñanza de la matemática se ha convertido en una necesidad para enriquecer los procesos de enseñanza- aprendizaje. Por tanto, modificar los currículos pensando en integrar herramientas tecnológicas permite potenciar la comprensión y fomentar la interacción de los estudiantes para que potencialicen sus habilidades en este mundo cada vez más digitalizado. Siendo una posibilidad para que se vea la innovación en las universidades y a su vez desarrollen destrezas esenciales para desenvolverse en los diferentes ámbitos tanto personales como laborales.

Así mismo, Vílchez (2006) indica que la matemática es fundamental para la comprensión del entorno y la formulación de planes de intervención mediante modelos basados en los principios científicos y tecnológicos, así como para la formación de personas productivas y críticas, lo cual es fundamental para el desarrollo de la sociedad. Además, Zabala et al. (2020) refieren que “La tecnología en las aulas ha generado cambios notables y nuevos entornos de aprendizaje, entre los cuales los juegos logran captar la atención de muchos usuarios, generar compromiso y mejores resultados de aprendizaje” (p.13). Frente a esto, es indispensable tener en cuenta que las nuevas tecnologías son una herramienta de aprendizaje de gran utilidad, que permiten encontrar estrategias para que los estudiantes aborden diferentes temáticas y apropien aprendizajes de manera más dinámica.

## 2.2. Enseñanza y Aprendizaje de las Ecuaciones Diferenciales

La enseñanza y el aprendizaje de las ecuaciones diferenciales es fundamental en la formación de estudiantes de matemáticas, ingeniería y las ciencias aplicadas, ya que las diferentes ecuaciones que describen los fenómenos cambiantes con respecto a una o más variables independientes, requieren un enfoque pedagógico que relacione la teoría con la práctica. Para ello, se busca iniciar con metodologías innovadoras y recursos didácticos adecuados que faciliten la comprensión de conceptos y fomenten las habilidades analíticas, las cuales promueven un aprendizaje significativo donde los estudiantes se preparen para enfrentar desafíos científicos y tecnológicos.

Con respecto a lo anterior, (Dullios, 2009) menciona que la metodología dominante que se relaciona con la instrucción de ecuaciones diferenciales dirigidas a una resolución analítica promueve un aprendizaje mecánico basado en el aprendizaje mecánico, el cual no permite a los estudiantes identificar su capacidad y su relevancia como instrumento matemático para solucionar problemas prácticos, de allí que los recursos tecnológicos actuales permiten a los estudiantes aplicar nuevas técnicas para la resolución de ecuaciones permitiéndoles enfocarse en la interpretación de los resultados y de los fenómenos subyacentes.

### 2.2.1. Contenidos fundamentales del curso

Las soluciones analíticas y numéricas son fundamentales en la resolución de problemas matemáticos; es decir las soluciones analíticas permiten dar respuesta a problemas mediante métodos algebraicos, cálculos y funciones conocidas que permiten comprender el problema de manera más profunda. De otro modo, las soluciones numéricas emplean algoritmos computacionales para aproximar respuestas que no se pueden lograr con las soluciones analíticas, las cuales son importantes en áreas como la ingeniería, la física y la economía.

A partir de lo anterior, (Cardona et al., 2021) refieren que la modelación y solución de ecuaciones diferenciales puede darse desde un enfoque analítico, en el que son obtenidas mediante la aplicación directa de axiomas matemáticos y propiedades bien demostradas; por su parte, el enfoque numérico consiste en realizar una discretización de los fenómenos continuos, permitiendo una flexibilización de los procedimientos aplicados. Estos dos enfoques se consideran una simplificación de la realidad, ya que basados en las leyes físicas se obtienen ecuaciones diferenciales ordinarias o en derivadas parciales que describen la dinámica de los fenómenos. Cabe resaltar el hecho de que algunos problemas no tienen una solución analítica y por tanto se debe de recurrir a una aproximación numérica para estimar la solución, teniendo en cuenta unas tolerancias como criterios de aceptación.

### 2.2.2. Dificultades frecuentes en el aprendizaje

Frente a este tema, (Herrera & López, 2024) mencionan que el álgebra es un componente fundamental en la formación de estudiantes universitarios porque permite el desarrollo de habilidades para el abordar de problemas complejos. Teniendo en cuenta lo anterior, es pertinente afirmar que el aprendizaje del algebra plantea retos indispensables que los estudiantes deben enfrentar, ya que algunas veces su formación en educación secundaria tiene vacíos conceptuales y procedimentales, que van desde el reconocimiento de propiedades fundamentales, demostraciones y experiencia en la resolución de problemas.

Otra de las dificultades que los estudiantes enfrentan son los problemas de visualización ya que bosquejar las soluciones de los sistemas dinámicos gobernados por ecuaciones diferenciales requiere mucho tiempo y tiende a ser tedioso; no obstante, la visualización de estas soluciones empleando diagramas de fase y campos de direcciones son fundamentales para una adecuada comprensión conceptual y para la adecuada interpretación de resultados. De hecho, la interpretación de los resultados se constituye como uno de los fines fundamentales de los cursos de ecuaciones diferenciales, en especial cuando se enfoca a carreras aplicadas como la ingeniería y la ciencia.

### 2.2.3. Estrategias pedagógicas recomendadas

En esta nueva era tecnológica, es de gran importancia tener en cuenta el valor que tiene la tecnología como estrategia pedagógica, esta es una herramienta fundamental para la enseñanza-aprendizaje de los estudiantes universitarios, por ende, (Noguera et al., 2024) refieren que:

La incorporación de plataformas digitales en la educación ha transformado radicalmente la impartición y asimilación de conocimientos, especialmente en el campo de las matemáticas. Las ecuaciones, que constituyen un componente esencial en la educación matemática, presentan desafíos significativos debido a su abstracción y complejidad intrínseca. En este contexto, las plataformas digitales se posicionan como herramientas pedagógicas innovadoras que ofrecen recursos interactivos, personalizados y accesibles, adaptándose a diversos estilos de aprendizaje (p.3).

### **2.3. Tecnología Educativa en Matemáticas: Uso de MATLAB**

La formación universitaria ha ido cambiando debido a los avances en la computación y la ciencia, donde se hace indispensable hacer uso de nuevas tecnologías en las aulas con el fin de que estas herramientas generen un mayor rendimiento académico que favorezca la formación profesional de los estudiantes. Al respecto, Surichaqui Gutiérrez et al. (2020) indican que el uso de software matemático como MATLAB, influyen positivamente en el rendimiento académico, además el uso de TIC, ayudan a una mejor comprensión de las matemáticas, lo cual les sirve en su futuro profesional, porque cuentan con herramientas adecuadas para fortalecer sus conocimientos en el área.

#### **2.3.1. Definición y características de MATLAB**

MATLAB es un sistema de programación diseñado principalmente para el cálculo numérico, visualización de datos y el desarrollo de algoritmos, se utiliza especialmente en ingenierías, ciencias y matemáticas; entre sus características importantes esta las extensas funciones matemáticas y las herramientas especializadas para el análisis de datos, esta herramienta es esencial para investigadores y profesionales que trabajan en áreas técnicas y científicas (Mathworks, 2025).

Frente a lo anterior, (Guardia, 2025) refiere que:

MATLAB es un lenguaje de programación de alto nivel y un entorno interactivo utilizado principalmente en el ámbito científico y de ingeniería. La palabra MATLAB significa "Laboratorio de Matrices" en inglés (Matrix Laboratory), reflejando su fuerte capacidad para trabajar con matrices y arreglos numéricos (p.24)

### 2.3.2. Ventajas del uso de MATLAB en la enseñanza de ecuaciones diferenciales

El uso de MATLAB ofrece al estudiante la oportunidad de experimentar y comprender de manera práctica conceptos importantes en el análisis numérico y la simulación con distintos parámetros como condiciones iniciales, condiciones de contorno, entre otros factores que son relevantes al momento de observar como estos afectan los resultados y el comportamiento de los objetos de estudio, sin embargo, para lograr el objetivo es necesario que los docentes conozcan como se usa adecuadamente MATLAB; frente a esto (Pernalet & Guanipa, 2010) refieren que hay desconocimiento por parte de los docentes sobre la implementación de MATLAB, como estrategia para mejorar la práctica educativa, además, indica que su uso en el proceso de enseñanza-aprendizaje promueve la construcción de conocimiento en el área de las matemáticas.

En estas circunstancias, el software MATLAB, influye en el aprendizaje de sistemas de ecuaciones diferenciales en los estudiantes, fortaleciendo la capacidad de resolución de problemas, de comunicación matemática y de razonamiento. De acuerdo con los resultados de la investigación realizada por (Rios y Mollinedo (2018) la prueba estadística de t de student implica que la inclusión del software Matlab influye significativamente en las competencias que se mencionan en el párrafo anterior y favorecen el aprendizaje de sistemas de EDOs lineales de primer orden y orden superior. Se menciona que:

Los resultados de análisis inferencial con inclusión del software Matlab en aprendizaje y sus capacidades de resolución de problemas, comunicación matemática y razonamiento y demostración en estudiantes con nivel del 95% de significancia estadística. (Rios & Mollinedo, 2018, p. 2)

El uso de software matemático como MATLAB ofrece numerosas ventajas para el análisis, modelado y simulación de sistemas complejos, que representan situaciones físicas e ingenieriles, lo cual permite fortalecer el aprendizaje de los estudiantes en áreas como las matemáticas aplicadas. Frente a esto, Millán (2025) indica que:

Ambos grupos muestran diferencias notables después de usar el Software Matlab School; el grupo experimental tuvo una mejora en el aprendizaje en las matemáticas más que el grupo control, lo que demuestra la eficacia del software Matlab School. (p.10)

### 2.3.2. Integración pedagógica del software

El diseño de actividades con MATLAB es una estrategia esencial que potencia el aprendizaje en áreas relacionadas con la matemática, la programación entre otras. Este software permite que los estudiantes creen ejercicios prácticos y apliquen conceptos teóricos en situaciones reales que desarrollan sus habilidades en cuanto a resolución de problemas y visualización; este enfoque también fomenta una comprensión más amplia de herramientas y funciones de la MATLAB, lo cual facilita el aprendizaje activo y promueve la creatividad en el desarrollo de soluciones tecnológicas.

Debido a lo anterior, desde las universidades se está enfocando en la creación de herramientas basadas en la MATLAB, que favorecen la práctica educativa. Por ejemplo, como refieren Arce et al. (1996) quienes emplearon MATLAB para el cálculo de redes ópticas. Como puede verse, este ejemplo fue publicado en 1996, lo que quiere decir que las aplicaciones de MATLAB han sido validadas desde hace casi treinta años; no obstante, su aplicación pedagógica en el aula aún es limitada.

Adicionalmente, el rol del docente en el entorno pedagógico, permite que los estudiantes fortalezcan las habilidades y desarrollen competencias para la vida, por tanto, los avances tecnológicos han sido una herramienta de apoyo fundamental para la implementación de estrategias pedagógicas adecuadas y que favorezcan la formación actual. Por consiguiente (Gómez et al., 2019) indican que el papel del docente es buscar que los estudiantes desarrollen competencias desde lo social y cognitivo, las cuales deben estar apoyadas del buen uso de las tecnologías, facilitando el aprendizaje y que este sea significativo y útil en el contexto social, familiar y laboral.

Además de lo anterior, se debe tener en cuenta la importancia del papel del docente en el desarrollo del aprendizaje significativo ligado con los medios de comunicación e información en pro de afianzar el proceso de enseñanza -aprendizaje desde intereses, necesidades y oportunidades del contexto. En este sentido, en la sociedad actual se evidencia que el uso de las TIC ha generado una evolución importante en la educación, por tanto, los docentes y estudiantes deben estar centrados en la formación y aprendizaje que se espera, de allí que (Rizo Rodríguez, 2020) menciona que el rápido progreso de la tecnología ha favorecido su integración en el ámbito educativo, detallando la función del docente en la promoción del aprendizaje centrado en el alumno para la apropiación de los saberes requeridos en el entorno laboral.

### 2.3.3. Limitaciones y desafíos en el uso de este software matemático

Fernandez Sutta et al. (2024) mencionan que las tecnologías como el caso de los softwares educativos mejoran significativamente la comprensión de conceptos matemáticos y el rendimiento académico de los estudiantes. Adicionalmente, con el uso de software se observa que hay mayor motivación y compromiso de los alumnos en particular en la aplicación de la gamificación. No obstante, se reconocen retos, como la brecha digital y la necesidad de una formación apropiada para los docentes. A pesar de que la tecnología brinde oportunidades valiosas para revolucionar la enseñanza matemática, es necesario que para su aplicación se requiera una meticulosa organización y el respaldo apropiado para vencer los obstáculos presentes, fortaleciendo el desarrollo de habilidades que favorezcan la vida laboral.

La curva de aprendizaje del manejo del software también es un limitante a tener en cuenta, ya que el dominio de este software se adquiere con la práctica constante a lo largo de periodos de los años, dada su complejidad y amplia cantidad de funcionalidades. Esto puede ser una situación compleja ya que los cursos universitarios de matemáticas duran generalmente un semestre y para su adecuada implementación se debe ser muy puntual con respecto a las implementaciones que se propendan realizar.

## **Capítulo 3. Diseño Metodológico**

### **3.1. Tipo y enfoque de investigación**

Para la realización de este proyecto de investigación se propende por utilizar una metodología cuantitativa con enfoque explicativo, porque se busca comprender la incidencia del uso del software matemático Matlab en la educación matemática en el contexto de un curso de ecuaciones diferenciales de pregrado, reconociendo su efecto en la autoeficacia y desempeño de los estudiantes en exámenes y demás actividades dentro del espacio académico.

### **3.2. Conceptualización de la metodología**

Esta metodología se basa en los principios del método científico positivista, que permite construir conocimiento científico al deducir modelos teóricos que al ser validados estadísticamente permiten representar fielmente, aunque a veces de forma limitada, fenómenos que ocurren en el aula (Moncada & Pinilla, 2006). Este trabajo corresponde a un experimento de campo, dado que se trata de una situación realista en la que el investigador manipula las condiciones, las cuales son en este caso el incluir el uso del software Matlab para probar hipótesis y evaluar el efecto de la implementación de dicha herramienta en un contexto real y aplicado (Sampieri et al., 2014).

Siguiendo la teoría expuesta por (Melo et al., 2007) todo diseño experimental cumple dos fases, basados en los principios del método científico. La primera es la caracterización de las variables de un proceso y la segunda es la depuración y optimización de un proceso ya caracterizado, siendo necesario que el investigador entienda con claridad el problema objeto de estudio antes de empezar a proponer un modelo u otro, así como también se requiere un conocimiento y experiencia con el material experimental.

Lo anterior se realiza con el fin de generar una explicación razonable con respecto a lo observado en la evidencia experimental y para esclarecer qué hipótesis son contradictorias con la evidencia. El enfoque explicativo es característico de la investigación experimental ya que se establecen relaciones de causalidad que explican por qué y en qué condiciones ocurren los fenómenos, siendo aspectos diferenciadores de enfoques como el correlacional; sin embargo, se debe tener en cuenta que al transcurrir la investigación pueden incluirse distintos enfoques que sean complementarios y que permitan dar cumplimiento con los objetivos planteados, por lo que incorporar elementos del enfoque descriptivo y correlacional a esta investigación es de provecho si se justifica su pertinencia (Sampieri et al., 2014).

Teniendo en cuenta el enfoque explicativo, se escoge realizar un modelo de ecuaciones estructurales (SEM), ya que es una metodología estadística que se constituye como una extensión del análisis factorial confirmatorio, que permite el análisis de teorías estructurales relacionadas con algún fenómeno, es decir representa las causas que generan observaciones en múltiples variables, la cual permite modelar procesos causales mediante ecuaciones estructurales y representaciones gráficas, ofreciendo una mayor flexibilidad y la capacidad de incluir errores de medida en las variables, lo cual facilita una comprensión más clara de teorías complejas en diversos ámbitos, incluyendo la investigación educativa (Alvarez & Dicovski Riobóo, 2022).

### 3.3. Fases de trabajo

Se proponen 4 fases para el desarrollo del proyecto, teniendo en cuenta lo planteado en los objetivos del mismo. Se debe tener en cuenta que se propende por realizar dos repeticiones del experimento para garantizar que los resultados obtenidos sean consistentes y confiables, por lo que estas fases se repetirán un total de dos veces, una vez por repetición.

#### 3.3.1. Fase 1. Identificación del Caso

Teniendo en cuenta el contexto descrito en el capítulo 1 se tiene que la población por estudiar corresponde a los estudiantes de los cursos del área de matemáticas de la Universidad Piloto de Colombia, seccional del Alto Magdalena. Según los enfoques planteados se realizará un análisis comparativo entre un grupo experimental y un grupo de control, siendo el primero de estos el grupo en el que se implementará el software Matlab como herramienta pedagógica mientras que el segundo seguirá la ruta tradicional en el marco del modelo pedagógico de la universidad.

De acuerdo con lo especificado en el objetivo número uno se plantea como ejes de reflexión el cómo las ecuaciones diferenciales se aplican en la modelización de sistemas reales en distintas disciplinas, haciéndose especial énfasis en la ingeniería, así como el mostrar que existen distintos métodos con los que se puede llegar a las mismas conclusiones o resultados pero que hay unos que pueden llegar a ser más convenientes que otros según el tipo de problema que se presente.

Otro eje que se considera importante es la reflexión histórica sobre cómo se han abordado este tipo de problemas a partir del desarrollo inicial de las teorías planteadas por grandes matemáticos como Newton o Leibniz, lo cual conlleva también formular otro eje que comprenda el impacto de las tecnologías modernas y cómo ha transformado radicalmente la forma en que estos problemas son abordados, al configurar metodologías que promueven el aprendizaje autónomo, el pensamiento crítico y la investigación.

Teniendo en cuenta estos posibles ejes de reflexión se plantea como primera actividad el definir las líneas de acción que se pueden generar como prácticas que permitan favorecer el aprendizaje significativo de los estudiantes, que van desde plantear tareas documentales, prácticas y ejercicios por los métodos tanto tradicionales como por medio del software Matlab y el desarrollo de proyectos de modelización matemática. Todo lo anterior siguiendo planes de trabajo detallados y previamente diseñados, es decir se debe plantear un cronograma de actividades donde se muestre la distribución de los contenidos en las distintas sesiones del semestre, junto con las evidencias de aprendizaje e instrumentos de evaluación. Este ejercicio debe de realizarse tanto para el grupo experimental como para el grupo de control, con el fin de tener un marco sólido para el posterior análisis de resultados.

### 3.3.2. Fase 2. Diseño de los instrumentos

Para dar cumplimiento al objetivo número 2, se ha establecido que el instrumento de recolección de la información será una encuesta estructurada de tipo Likert con la cual se recopilará información sobre aspectos relacionados con el uso que los estudiantes hacen del software y su desempeño académico. La técnica de validación estadística de datos propuesta es el análisis multivariante por medio un modelo de ecuaciones estructurales que se analizará por medio de la librería Lavaan del software R Studio, la cual tiene incorporada los algoritmos requeridos para realizar un análisis de modelos estadísticos multivariantes como el mencionado.

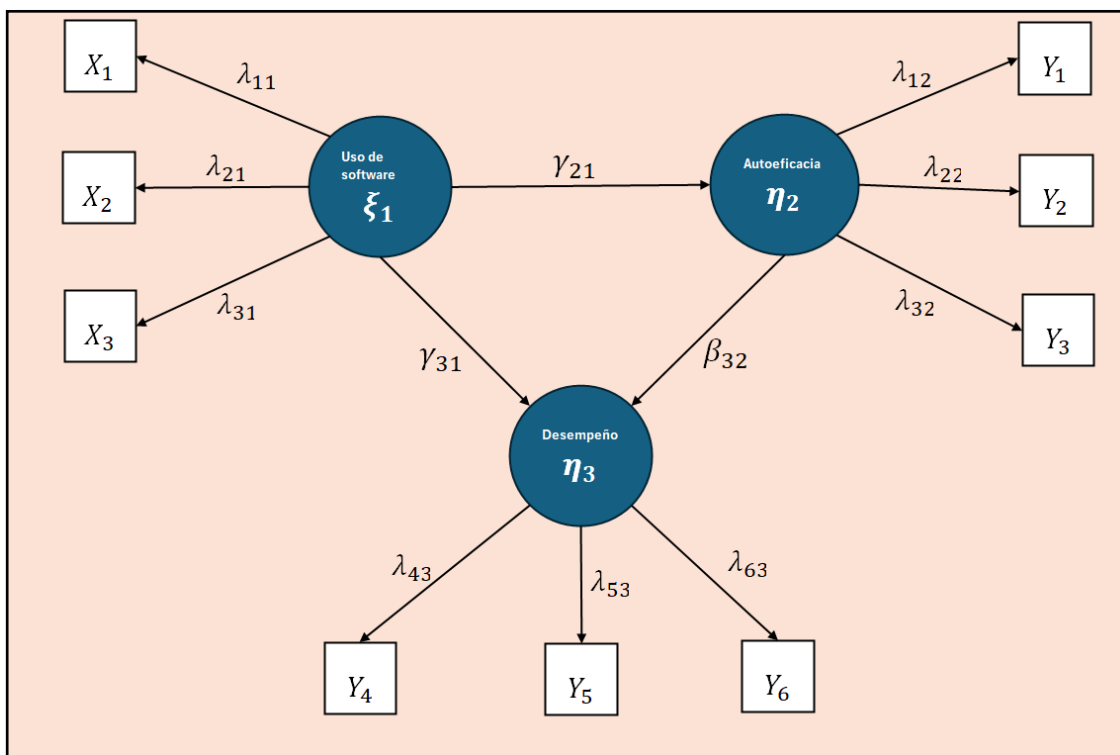
De acuerdo con lo planteado por Wolf et al. (2013) para minimizar el error en este tipo de modelos indica que el tamaño de muestra puede variar entre distintos rangos aceptables según el tipo de estudio, mencionando el caso de un tamaño de muestra de 30-460 para datos que cumplen con los criterios de normalidad. Es importante resaltar el hecho de que a medida que se aumentan las variables latentes en el estudio mayor debe ser el tamaño de muestra para garantizar que se cumplan los criterios de ajuste, es decir que el modelo sea una representación adecuada de los datos. Al respecto, Kline (2016) menciona una ratio mínima de 20:1, siendo una proporción de 20 casos por cada variable en el modelo.

Estos modelos multivariados se basan en el establecimiento de hipótesis de causalidad y mediación entre varias variables, siendo una herramienta fundamental para validar el entendimiento de los indicios que el investigador percibe con respecto a las relaciones entre las variables que son de su interés, así como para comprender relaciones entre variables latentes que no son susceptibles de ser cuantificadas directamente y variables observadas que explican dichas variables latentes.

En este proyecto se propone un modelo estructural como el que se muestra en la figura 1, constituido por tres variables latentes y por tres variables observadas por cada variable latente. La primera variable latente corresponde al uso de software, la segunda corresponde a la autoeficacia para abordar problemas y entender conceptos, de manera dirigida y autónoma, la tercera corresponde al rendimiento en la asignatura, que comprende los resultados de actividades de evaluación formativa y sumativa. Con estas variables latentes, la hipótesis que se quiere verificar consiste en estudiar si la autoeficacia media sobre el desempeño.

Figura 1

*Modelo estructural propuesto*



Fuente: Elaboración Propia

Si este efecto es significativo quiere decir que los procesos de aprendizaje autónomo y por descubrimiento que se desarrollen empleando el software tienen un efecto mediador sobre la apropiación de los contenidos del curso, lo que se ve reflejado en mejores calificaciones y por tanto se debe incentivar su uso por medio de actividades autónomas, propendiendo por generar ejercicios reflexivos para su solución con Matlab. Por otro lado, si este efecto mediador no es significativo sucedería que implementar el software genera un efecto directo en el rendimiento, por lo que considerar espacios de autonomía empleando esta herramienta no es un factor que mejore el desempeño del estudiante en actos evaluativos y se debe centrar la atención en otros aspectos como el dominio conceptual, la interpretación de resultados y la solución de ejercicios por el método manual para el trabajo autónomo. En este último caso, el software solo debería de usarse bajo criterio del docente y siguiendo sus directrices en el aula. La tabla 1 muestra la descripción de cada una de las variables que se encuentran en el modelo:

Tabla 1

*Descripción de los parámetros del modelo*

<b>Tipo de variable</b>	<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>Latente Exógena: Uso de MATLAB</b>	$\xi_1$	Nivel de utilización de MATLAB para el estudio y resolución de problemas de Ecuaciones Diferenciales en Ingeniería.
Variable observada 1	$X_1 (\lambda_{11})$	Frecuencia de uso de MATLAB
Variable observada 2	$X_2 (\lambda_{21})$	Percepción de utilidad de MATLAB
Variable observada 3	$X_3 (\lambda_{31})$	Satisfacción con MATLAB
<b>Latente Endógena: Autoeficacia en E.D.</b>	$\eta_2$	Confianza del estudiante en su capacidad para enfrentar tareas específicas de Ecuaciones Diferenciales (analíticas y numéricas).
Variable observada	$Y_1 (\lambda_{12})$	Confianza en resolver Ecuaciones Diferenciales (E.D.)

Variable observada	$Y_2 (\lambda_{22})$	Seguridad en comprender conceptos de E.D.
Variable observada	$Y_3 (\lambda_{32})$	Persistencia ante dificultades
<b>Latente Endógena: Desempeño en E.D.</b>	$\eta_3$	Nivel de rendimiento académico en el curso de Ecuaciones Diferenciales de Ingeniería.
Variable observada	$Y_4 (\lambda_{43})$	Calificaciones del curso
Variable observada	$Y_5 (\lambda_{53})$	Seguridad en exámenes de E.D.
Variable observada	$Y_6 (\lambda_{63})$	Percepción de progreso en E.D.
<b>Relación estructural: <math>\xi_1 \rightarrow \eta_2</math></b>	$\gamma_{21}$	Grado en que el uso de MATLAB ( $\xi_1$ ) incrementa la autoeficacia en Ecuaciones Diferenciales ( $\eta_2$ ).
<b>Relación estructural: <math>\xi_1 \rightarrow \eta_3</math></b>	$\gamma_{31}$	Grado en que el uso de MATLAB ( $\xi_1$ ) mejora directamente el desempeño en el curso de Ecuaciones Diferenciales ( $\eta_3$ ).
<b>Relación estructural: <math>\eta_2 \rightarrow \eta_3</math></b>	$\beta_{32}$	Grado en que la autoeficacia en Ecuaciones Diferenciales ( $\eta_2$ ) impacta el desempeño académico en ese curso ( $\eta_3$ ).

Fuente: Elaboración Propia

En el modelo que se muestra en la figura 1, los parámetros denotados con la letra lambda ( $\lambda$ ) corresponden a las cargas factoriales de cada variable observada con respecto a su respectiva variable latente. Se debe tener en cuenta que, para cada variable observada  $X_i$  de la variable latente exógena existe un error de medición asociado que se escribe como  $\delta_i$  y que para variable observada  $Y_i$  de las otras dos variables latentes endógenas existe un error de medición asociado denotado por  $\varepsilon_i$ . Estos errores  $\delta_i$  y  $\varepsilon_i$  son constantes que se obtienen al evaluar el modelo por un método estadístico adecuado, como el método de máxima verosimilitud robusta.

### 3.3.3. Fase 3. Recolección de la información

La tabla 2 muestra una descripción de los posibles elementos o preguntas con las que se diseñará el cuestionario para cada una de las variables observadas,  $X_i$  e  $Y_i$ . Se debe tener en cuenta que el cuestionario que genere debe ser validado por medio de técnicas como el análisis del Alpha de Cronbach, implementando una prueba piloto, o a través de la valoración por juicio de expertos.

Tabla 2

#### *Elementos para el diseño del cuestionario*

Símbolo	Aspectos por evaluar en la pregunta	Variable latente asociada	Escala
$X_1$	Se evaluará la frecuencia con la que el estudiante recurre a MATLAB	Uso de MATLAB ( $\xi_1$ )	Likert 1 – 5
$X_2$	Se valorará la percepción que el estudiante tiene sobre la utilidad MATLAB	Uso de MATLAB ( $\xi_1$ )	Likert 1 – 5
$X_3$	Grado de satisfacción con las funciones y herramientas de MATLAB	Uso de MATLAB ( $\xi_1$ )	Likert 1 – 5
$Y_1$	Se revisará la confianza para emplear MATLAB con los contenidos del curso	Autoeficacia en E.D. ( $\eta_2$ )	Likert 1 – 5
$Y_2$	Analizar la comprensión del estudiante de conceptos clave	Autoeficacia en E.D. ( $\eta_2$ )	Likert 1 – 5
$Y_3$	Cuantificar la persistencia que el estudiante demuestra al resolver problemas complejos	Autoeficacia en E.D. ( $\eta_2$ )	Likert 1 – 5
$Y_4$	Revisar si hay mejora en las calificaciones	Desempeño en E.D. ( $\eta_3$ )	Likert 1 – 5
$Y_5$	Valorar cuán seguro se siente el estudiante con los exámenes	Desempeño en E.D. ( $\eta_3$ )	Likert 1 – 5
$Y_6$	Progreso del estudiante para modelar sistemas dinámicos	Desempeño en E.D. ( $\eta_3$ )	Likert 1 – 5

Fuente: Elaboración Propia

La muestra corresponde a los estudiantes de la facultad de ingeniería matriculados en los cursos de ecuaciones diferenciales, la cual se dividirá en un grupo experimental y un grupo de control. Teniendo en cuenta el número de variables y siguiendo los criterios anteriormente planteados, la muestra mínima del grupo experimental debe ser de al menos 150 individuos. Se debe tener en cuenta que el grupo de control seguirá los métodos tradicionales de enseñanza tal como se han venido implementando en la universidad en los últimos años y será dirigido por un docente con experiencia, mientras que el grupo experimental será dirigido por el autor de esta investigación quien propenderá por incorporar el uso del software Matlab en el desarrollo de las clases para facilitar la comprensión de conceptos complejos, aunque estableciendo primero una fundación teórica sólida que permita una correcta interpretación de los resultados obtenidos mediante el ordenador.

#### 3.3.4. Fase 4: Análisis de datos

Esta fase corresponde al desarrollo del objetivo específico número 3 ya que una vez recopilados los datos estadísticos con la aplicación del instrumento se procederá a juntarlos en un archivo delimitado por comas (csv) para su respectivo análisis por medio del software Rstudio, intérprete del célebre lenguaje de programación estadístico R, empleando las librerías ‘Lavaan’ y ‘Semplot’, que son específicas para el análisis de modelos SEM

Cuando se ejecuta el análisis en el software se obtendrá un diagrama de caminos en los que se mostrarán los valores de las cargas factoriales, covarianzas y errores. También se obtienen estadísticos son las medidas de ajuste del modelo, valor chi cuadrado y valores de significancia estadística (*p values*), los cuales son muy relevantes ya que permiten evaluar si el modelo se ajusta a los datos y si los resultados que se obtienen son significativos. Los valores de estos estadísticos se deben contrastar con los valores o intervalos expuestos por teóricos expertos en el análisis por medio de SEM como son (Escobedo et al., 2016) , Uribe (2021), (Kline, 2016), etc., quienes especifican por ejemplo que los p valores deben ser menores que 0.05 para un nivel de confianza del 95% y establece tolerancias de parámetros como el error de aproximación del error cuadrático medio (RMSE), que debe ser menor que 0.06, por citar algunos de estos criterios.

En caso de que estos parámetros no se encuentren dentro de la tolerancia establecida en la teoría es necesario hacer modificaciones al modelo, incluyendo cambios en las relaciones estructurales entre variables o la inclusión de covarianzas. Para ello, es de utilidad generar una tabla con índices de modificación por medio del mismo software y realizar los cambios pertinentes, pero siempre validados con un soporte teórico que justifique dichas alteraciones en el modelo.

Una estrategia para realizar el contraste con el grupo de control es realizar mediciones previas y posteriores al experimento para medir el cambio neto en ambos grupos. Se considera adecuado realizar la prueba t student para realizar la comparación de medias de ambos grupos para cada variable latente, validando que la evolución del grupo experimental ocurre debido a la intervención con el software Matlab. Asimismo, es conveniente realizar un análisis SEM multigrupo para comparar que la estructura del modelo se adecúe al grupo de la segunda repetición, siendo esta variante de SEM una técnica basada en la comparación de medias (Cheah et al., 2023).

### Capítulo 4. Cronograma y Proyecciones

Dado que se propende por realizar dos repeticiones del experimento para garantizar confiabilidad en los resultados se muestra el cronograma dividido en dos bloques, en donde cada uno hace referencia a la repetición realizada en el primer y segundo semestre del año 2026, respectivamente:

Tabla 3. Cronograma de la primera repetición. Primer semestre de 2026

*Cronograma de la primera repetición. Primer semestre de 2026*

Meses	Fase	Actividades principales
Enero – Febrero	Fase 1. Identificación del Caso	Definir líneas de acción: tareas documentales, prácticas y ejercicios (tradicionales y con MATLAB). Diseñar planes de trabajo para grupo experimental y control.
Marzo	Fase 2. Diseño de los Instrumentos	Redactar cuestionario tipo Likert. Validar con expertos. Aplicar prueba piloto y ajustar ítems. Calcular $\alpha$ de Cronbach
Abril – Mayo	Fase 3. Recolección de la Información	Aplicar cuestionarios y recoger calificaciones. Consolidar datos.
Junio	Fase 4. Análisis de Datos	Cálculo de estadísticos descriptivos, pruebas de ajuste y análisis SEM preliminar. Documentar resultados y ajustar diseño para la siguiente repetición.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 4

*Cronograma de la segunda repetición. Segundo semestre de 2026*

<b>Meses</b>	<b>Fase</b>	<b>Actividades principales</b>
Enero – Febrero	Fase 1. Identificación del Caso	Definir líneas de acción: tareas documentales, prácticas y ejercicios (tradicionales y con MATLAB). Diseñar planes de trabajo para grupo experimental y control.
Marzo	Fase 2. Diseño de los Instrumentos	Redactar cuestionario tipo Likert. Validar con expertos. Aplicar prueba piloto y ajustar ítems. Calcular $\alpha$ de Cronbach
Abril – Mayo	Fase 3. Recolección de la Información	Aplicar cuestionarios y recoger calificaciones. Consolidar datos.
Junio	Fase 4. Análisis de Datos	Cálculo de estadísticos descriptivos, pruebas de ajuste y análisis SEM preliminar. Documentar resultados y ajustar diseño para la siguiente repetición.

Fuente: Elaboración Propia

## Conclusiones

Una vez analizada la problemática mencionada se concluye que realizar una investigación sobre el uso del software Matlab en el área de ecuaciones diferenciales es pertinente para validar su implementación como estrategia didáctica que promueva la educación matemática en contexto, aseveración que se refuerza al realizar el estado del arte ya que se observa que el uso de software para la enseñanza de las matemáticas es un debate que se encuentra actualmente en auge. Al respecto, vale resaltar que la propuesta de investigación presentada en este anteproyecto es innovadora en el sentido de que no se han encontrado trabajos que empleen modelos de ecuaciones estructurales para el estudio de las relaciones causales entre variables como las propuestas en este anteproyecto.

Se evidencia que estos modelos constituyen una poderosa herramienta estadística que permite analizar las diferentes variables, facilitando una comprensión más clara de los fenómenos educativos. Por tanto, al aplicarlos en este ámbito permiten validar teorías, explorar relaciones de causa y evaluar la influencia de los factores en los diferentes procesos de aprendizaje, convirtiéndose en una estrategia fundamental para investigadores y profesionales en busca de optimizar las prácticas pedagógicas y diseñar políticas educativas que estén basadas en evidencias sólidas. Se espera que al realizar dos repeticiones del experimento se obtengan conclusiones basadas en datos confiables y que a medida que se avanza en el desarrollo de dichas repeticiones el modelo inicial que se propuso en la figura 1 sea mejorado, garantizando que se cumplan los criterios de ajuste y significancia estadística.

## Referencias

- Alvarez, D. M., & Dicoyskiy Riobóo, L. M. (2022). Modelos de ecuaciones estructurales (SEM) y su aplicación en la educación. *Revista Ciencia y Tecnología El Higo*, 12(1), 28–41. <https://doi.org/10.5377/elhigo.v12i1.14524>
- Arce, J. L., Pino, J., López, R., Cobo, A., & López Higuera, J. M. (1996). *Desarrollo de un paquete software para analizar redes ópticas mediante el calculo matricial de Jones y de Muller*. <https://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/2498/Desarrollo%20de%20un%20paquete.pdf?sequence=1>
- Bendezu, R. M. (2023). *Herramientas didácticas innovadoras para la enseñanza de la matemática en la educación superior. Una revisión sistemática, 2018–2023* [Universidad César Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/121855>
- Bravo, O. G. (2024). *Recursos didácticos para la enseñanza de las matemáticas: una revisión sistemática* [Tesis de maestría, Universidad de Cuenca]. <https://repositorio.ucuenca.edu.ec/server/api/core/bitstreams/2e400425-0263-4d7c-bb30-409699ee4a35/content>
- Cardona, J. P., Leal, J. J., Castellanos, J. U., & Ustariz, J. E. (2021). Soluciones analíticas y numéricas de esfuerzos mecánicos en placas rectangulares isotrópicas. *Información Tecnológica*, 32(6), 13–24. <https://doi.org/10.4067/s0718-07642021000600013>
- Carrasco Jiménez, T., Del Castillo Serpa, A., Hazday, E. A., & Carlos Rodríguez, E. (2012). Desarrollo de habilidades matemáticas para el uso de las tecnologías. In *Comité Latinoamericano de matemática educativa*. <https://core.ac.uk/download/pdf/20482884.pdf>

- Castillo, H. (2024). *Software especializado en la enseñanza de las ecuaciones diferenciales* [Tesis doctoral, Universidad Nacional de Trujillo].  
<https://dspace.unitru.edu.pe/server/api/core/bitstreams/21e50dd7-8d4b-4057-b208-f039ca2b740a/content>
- Cheah, J. H., Amaro, S., & Roldán, J. L. (2023). Multigroup analysis of more than two groups in PLS-SEM: A review, illustration, and recommendations. *Journal of Business Research*, 156.  
<https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2022.113539>
- Escobedo, M., Hernández, J., Estebané Ortega, V., & Martínez, G. (2016). Modelos de Ecuaciones Estructurales: Características, Fases, Construcción, Aplicación y Resultados. *Ciencia y trabajo*, 18(55), 16–22. <https://www.scielo.cl/pdf/cyt/v18n55/art04.pdf>
- Fernández, E. E. (2019). *Uso del Matlab, clases de reforzamiento y rendimiento académico en estudiantes de análisis matemático* [Tesis de maestría, Universidad San Pedro].  
<https://core.ac.uk/download/pdf/231101479.pdf>
- Fernandez Sutta, F. U., Tejada Auccacusi, R., Galiano Campo, C., & Ccahua Valle, E. R. (2024). Uso de Tecnologías en matemática y su impacto en la enseñanza. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(4), 1004–1029. [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v8i4.12341](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i4.12341)
- Gómez, L. E., Muriel, L. E., & Londoño, D. (2019). Teacher's role in the meaningful learning achievement based on ICT. *Revista Encuentros*, 17(2), 17–19. <http://orcid.org/0000-0001-5339-2093><http://orcid.org/0000-0003-2586-0771><http://orcid.org/0000-0003-1110-7930>
- Guardia, E. O. (2025). *USO DEL SOFTWARE MATLAB PARA EL LOGRO DEL APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO DE ECUACIONES DIFERENCIALES ORDINARIAS EN ESTUDIANTES DE INGENIERÍA AMBIENTAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA, 2022* [Universidad Nacional de Educación].

<https://repositorio.une.edu.pe/server/api/core/bitstreams/2d9216ca-3715-4879-85ae-79b541ec07d1/content>

Gutiérrez, R. A. (2019). *Aplicación del software Matlab en el aprendizaje del cálculo integral de los estudiantes de ingeniería con experiencia laboral de la Universidad Peruana de ciencias e informática* [Tesis de maestría, Universidad Peruana de ciencias e informática].

<https://repositorio.upci.edu.pe/handle/upci/50>

Herrera, N. L., Montenegro Velandia, W., & Jaimes, S. P. (2012). Revisión teórica sobre la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. *Revista Virtual Universidad Católica Del Norte*, 35, 254–287. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=194224362014>

Kline, R. (2016). *Principles and Practice of Structural Equation Modeling* (Fourth). The Guilford Press. <https://dl.icdst.org/pdfs/files4/befc0f8521c770249dd18726a917cf90.pdf>

Kontrová, L., & Šusteková, D. (2020). Matlab as a teaching, learning and motivating tool for engineering mathematics. *INTERNATIONAL SCIENTIFIC JOURNAL "MATHEMATICAL MODELING*, 2, 42–44. <https://stumejournals.com/journals/mm/2020/2/42.full.pdf>

Mathworks. (2025). *MATLAB-.Mathworks*. <https://la.mathworks.com/products/matlab.html>

Melo, O., López, L., & Melo, Sandra. (2007). *Diseño de Experimentos [Métodos y Aplicaciones]*. Editorial Universidad Nacional de Colombia.

<https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/83614/12.%20Dise%20a4o%20de%20Experimentos%20%28M%e2%80%9atodos%20y%20Aplicaciones%29%201era%20Edici%20a2n.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

Millán, F. A. (2025). *Software Matlab School en el aprendizaje de las matemáticas en estudiantes de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle, 2022* [UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACIÓN].

<https://repositorio.une.edu.pe/server/api/core/bitstreams/33ee93a8-7f6b-4149-aafc-2cbe80905fd4/content>

Moncada, L. I., & Pinilla, A. E. (2006). OPINIONES, DEBATES Y CONTROVERSIAS.

INVESTIGACIÓN EN EDUCACIÓN. *Revista de La Facultad de Medicina Universidad Nacional de Colombia*, 54(2006), 313–329.

[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120-00112006000400010](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-00112006000400010)

Morales, Y., & Blanco, R. (2019). Análisis del uso de software para la enseñanza de la matemática en las carreras de ingeniería. *Revista Transformación*, 15(3), 367–382.

<http://scielo.sld.cu/pdf/trf/v15n3/2077-2955-trf-15-03-367.pdf>

Ñañez, J. (2022). *Efectos del software Matlab sobre el rendimiento académico en matemática en estudiantes del Instituto Superior Tecnológico, 2021* [Tesis de maestría, Universidad César Vallejo].

[https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/81266/%C3%91a%C3%B1ez\\_JN-SD.pdf?sequence=1](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/81266/%C3%91a%C3%B1ez_JN-SD.pdf?sequence=1)

Naranjo, G. E., Siza, S. F., & Gorina, A. (2024). Enseñanza de la Matemática: tendencias didácticas y tecnológicas desde la Educación 4.0 Teaching Mathematics: didactic and technological trends in Education 4.0. *Maestro y Sociedad*, 21(1).

[https://www.researchgate.net/profile/Alexander-Gorina-Sanchez/publication/378180696\\_Ensenanza\\_de\\_la\\_Matematica\\_tendencias\\_didacticas\\_y\\_tecnologicas\\_desde\\_la\\_Educacion\\_40\\_Teaching\\_Mathematics\\_didactic\\_and\\_technological\\_trends\\_in\\_Education\\_40/links/65cc33e5790074549783d081/Ensenanza-de-la-Matematica-tendencias-didacticas-y-tecnologicas-desde-la-Educacion-40-Teaching-Mathematics-didactic-and-technological-trends-in-Education-](https://www.researchgate.net/profile/Alexander-Gorina-Sanchez/publication/378180696_Ensenanza_de_la_Matematica_tendencias_didacticas_y_tecnologicas_desde_la_Educacion_40_Teaching_Mathematics_didactic_and_technological_trends_in_Education_40/links/65cc33e5790074549783d081/Ensenanza-de-la-Matematica-tendencias-didacticas-y-tecnologicas-desde-la-Educacion-40-Teaching-Mathematics-didactic-and-technological-trends-in-Education-40)

[40](https://www.researchgate.net/profile/Alexander-Gorina-Sanchez/publication/378180696_Ensenanza_de_la_Matematica_tendencias_didacticas_y_tecnologicas_desde_la_Educacion_40_Teaching_Mathematics_didactic_and_technological_trends_in_Education_40/links/65cc33e5790074549783d081/Ensenanza-de-la-Matematica-tendencias-didacticas-y-tecnologicas-desde-la-Educacion-40-Teaching-Mathematics-didactic-and-technological-trends-in-Education-40)

40.pdf?origin=publication\_detail&\_tp=eyJjb250ZXh0Ijp7ImZpcnN0UGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uIiwicGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uRG93bmxvYWQiLCJwcmV2aW91c1BhZ2UiOiJwdWJsaWNhdGlvbiJ9fQ&\_\_cf\_chl\_tk=OKBHoj.ST1SvzagGQrXeKpn9IGOZngPHdzm6aJ7e6p8-1745441780-1.0.1.1-6SLCjMHglqrngdLgRk\_AcT92vQ7kZsVnkroEpb4tY1s

Noguera Rendón, P. S., Aldean Tumbaco, C. A., Catota Pinthsa, P. J., & Duarte Cango, A. X.

(2024). Análisis del uso de plataformas digitales en la enseñanza de ecuaciones: estrategias para un aprendizaje matemático más efectivo. *Revista Social Fronteriza*, 4(3), e43318.

[https://doi.org/10.59814/resofro.2024.4\(3\)318](https://doi.org/10.59814/resofro.2024.4(3)318)

Pernalet, N. G., & Guanipa, M. J. (2010). *MATLAB COMO ESTRATEGIA PARA LA*

*ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE LA MATEMÁTICA EN EDUCACIÓN SUPERIOR.*

<https://www.iiis.org/CDs2008/CD2009CSC/SIECI2009/PapersPdf/X358HZ.pdf>

Pizarro, R. (2009). *Las TICs en la enseñanza de las Matemáticas. Aplicación al caso de Métodos Numéricos* [Tesis de maestría, Universidad Nacional de la Plata].

<http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/4152>

Ramos, L. F. (2019). La educación estadística en el nivel universitario: retos y oportunidades.

*Revista Digital de Investigación En Docencia Universitaria*, 13(2), 67–82.

<https://doi.org/10.19083/ridu.2019.1081>

Ricoy, M. C., & Couto, M. J. V. S. (2018). Desmotivación del alumnado de secundaria en la materia de matemáticas. *Revista Electronica de Investigacion Educativa*, 20(3), 69–79.

<https://doi.org/10.24320/redie.2018.20.3.1650>

Rios, V., & Mollinedo, R. (2018). *Influencia del software matlab en el aprendizaje de sistema de ecuaciones diferenciales ordinarias de primer orden en los estudiantes de Ingeniería*

*Universidad Alas Peruanas Puerto Maldonado 2017.*

[https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/RUNA\\_8784a9c34bebbf30f79e3c6d2e72399a](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/RUNA_8784a9c34bebbf30f79e3c6d2e72399a)

Rizo Rodríguez, M. (2020). Rol del docente y estudiante en la educación virtual. *Revista Multi-Ensayos*, 6(12), 28–37. <https://doi.org/10.5377/multiensayos.v6i12.10117>

Sampieri, R., Fernández, C., & Baptista, M. del P. (2014). *Metodología de la investigación* (McGraw Hill, Ed.; Sexta edición). McGraw Hill Education.

Sánchez, A. (2012). Incorporación de las TICs en el aprendizaje de la matemática en el sector universitaria. *Revista de Educación Matemática*, 20(3).

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8832438>

Surichaqui Gutierrez, F., Ramírez Rosales, F. G., & Mercado Boza, M. R. (2020). Efectos de uso del software matemático Matlab sobre el rendimiento académico de un grupo de estudiantes repitentes de matemática básica. *Puriq*, 2(2), 119–126. <https://doi.org/10.37073/puriq.2.2.78>

Uribe, Y. (2021). *Modelos de Ecuaciones Estructurales: Conceptos y Aplicaciones* [Universidad Nacional de Colombia]. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/80064>

Vílchez, E. (2006). Impacto de las Nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación para la Enseñanza de la Matemática en la Educación Superior. *Revista Digital: Matemática, Educación e Internet*, 7(2), 1–24. <https://www.redalyc.org/pdf/6079/607972904003.pdf>

Vílchez, E. (2007). SISTEMAS EXPERTOS PARA LA ENSEÑANZA Y EL APRENDIZAJE DE LA MATEMÁTICA EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR. *Cuadernos de Investigación y Formación En Educación Matemática*, 2(3), 45–67.

<https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/cifem/article/download/6891/6577>

Wolf, E. J., Harrington, K. M., Clark, S. L., & Miller, M. W. (2013). Sample Size Requirements for Structural Equation Models: An Evaluation of Power, Bias, and Solution Propriety.

*Educational and Psychological Measurement*, 73(6), 913–934.

<https://doi.org/10.1177/0013164413495237>

Zabala-Vargas, S. A., Ardila-Segovia, D. A., García-Mora, L. H., & Benito-Crosetti, B. L. de.

(2020). Game-based learning (GBL) applied to the teaching of mathematics in higher education. A systematic review of the literature. *Formacion Universitaria*, 13(1), 13–26.

<https://doi.org/10.4067/S0718-50062020000100013>