



UNIVERSIDAD  
BOLIVARIANA  
DEL ECUADOR

TRABAJO DE TITULACIÓN

UNIVERSIDAD  
BOLIVARIANA  
DEL ECUADOR



**UNIVERSIDAD BOLIVARIANA DE ECUADOR**

**MAESTRÍA EN EDUCACIÓN**

**TRABAJO DE TITULACIÓN**

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
MAGÍSTER EN EDUCACIÓN EN ENTORNOS DIGITALES**

**TEMA**

ACTIVIDADES INTERACTIVAS BASADAS EN MAKEY - MAKEY PARA EL  
APRENDIZAJE DE ÁLGEBRA EN EL INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO VIDA  
NUEVA.

**AUTOR/ES:**

MG. MACHAY GÓMEZ EDWIN VINICIO  
MG. MALDONADO ZAMBRANO CARLA VALERIA

**TUTOR:**

PHD. WILDER PEREZ VARONA

**ECUADOR**

2025



La Universidad para todos





## DEDICATORIA

Dedico este trabajo de tesis con todo mi amor y gratitud a mi querida familia, a mis padres Carlos Maldonado y Esperanza Zambrano, quienes con su ejemplo, valores y apoyo incondicional han sido mi guía y fortaleza en cada paso de mi vida. A mis hermanas y sobrinos, quienes con su cariño y compañía han sido un motor constante de motivación. De manera especial, a mi amado esposo Sandro Ortega, por su paciencia, comprensión y por estar siempre a mi lado en cada desafío. Cada esfuerzo, cada noche de estudio y cada logro alcanzado son por y para ustedes, porque todo lo que soy y lo que anhelo alcanzar tiene sentido gracias a su presencia en mi vida.

*Carla Maldonado*

Dedico esta tesis a mi querida hija Valery Machay, quien con su inocencia y alegría ha sido mi mayor inspiración para seguir adelante y alcanzar mis sueños. También a mi amada esposa, Mayra Ramírez, por su apoyo incondicional, paciencia y amor constante durante todo este proceso. A mis padres, Martha Gómez y César Machay, quienes con su ejemplo de esfuerzo y dedicación me enseñaron el valor de la educación y el compromiso. Sin ellos, este logro no habría sido posible.

*Edwin Machay*





## AGRADECIMIENTO

Agradezco, en primer lugar, a Papito Jehová, quien ha sido mi refugio y fortaleza en cada momento del proceso. Su guía, amor y misericordia me han permitido avanzar con esperanza, fe y determinación en mi vida profesional, aun cuando los desafíos parecían difíciles de superar.

A mi familia, gracias por su apoyo incondicional, por creer en mí y por acompañarme con amor y paciencia a lo largo de este camino. Cada paso dado ha sido motivado por el deseo de retribuirles todo lo que han hecho por mí.

Extiendo también mi sincero agradecimiento a la Universidad Bolivariana del Ecuador a los docentes, por brindarme las herramientas académicas necesarias para mi formación, por su compromiso con la excelencia educativa y por ser el espacio donde pude desarrollar mis habilidades y conocimientos. Esta etapa ha sido una experiencia valiosa que marcará mi trayectoria personal y profesional.

*Carla Maldonado*

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a la Universidad Bolivariana del Ecuador por brindarme la oportunidad de crecer académica y profesionalmente. A mis profesores y tutores, gracias por su guía, conocimientos y motivación que fueron fundamentales para la realización de esta tesis.

A mi esposa Mayra Ramírez, gracias por ser mi pilar y compañera en cada paso, por su paciencia y por creer siempre en mí. A mi hija Valery Machay, gracias por ser mi alegría y mi motor para seguir adelante, por iluminar mis días con su sonrisa.

*Edwin Machay*





## RESUMEN

Esta investigación aborda las dificultades recurrentes en la comprensión de ecuaciones lineales por parte de estudiantes de primer nivel del Instituto Superior Tecnológico Vida Nueva, así como la baja motivación hacia el aprendizaje del Álgebra Lineal. Frente a este problema, se diseñó e implementó una estrategia pedagógica basada en el uso del dispositivo Makey-Makey, con el objetivo de evaluar su influencia en la comprensión conceptual, el rendimiento académico y la actitud estudiantil hacia la asignatura.

El estudio se desarrolló en un contexto de educación superior técnica, caracterizado por la presencia de metodologías tradicionales y escasa incorporación de tecnologías interactivas. Se empleó una metodología cuasi-experimental con enfoque mixto, que incluyó la aplicación de pruebas diagnósticas y finales (pretest y postest), encuestas actitudinales y observaciones estructuradas, a dos grupos de estudiantes: experimental y control.

Los resultados muestran una mejora significativa en el grupo experimental, con un aumento promedio del 35 % en las pruebas de desempeño y un cambio positivo en la actitud hacia el Álgebra. Los estudiantes destacaron la utilidad, claridad y motivación que les generó trabajar con actividades interactivas. La propuesta, sustentada en teorías del aprendizaje activo y significativo, se articuló al currículo vigente y demostró ser viable, replicable y pedagógicamente pertinente.

En conclusión, el uso de Makey-Makey como recurso didáctico en Matemáticas permite transformar la experiencia de aula, promoviendo aprendizajes más profundos y una mayor implicación estudiantil.

**Palabras clave:** Makey-Makey ecuaciones lineales, actividades interactivas, aprendizaje significativo, educación técnica superior.





## ABSTRACT

This research addresses the recurring difficulties in understanding linear equations among first-level students at the Instituto Superior Tecnológico Vida Nueva, as well as their low motivation toward learning Linear Algebra. In response to this issue, a pedagogical strategy based on the use of the Makey-Makey device was designed and implemented to evaluate its influence on students' conceptual understanding, academic performance, and attitude toward the subject.

The study was carried out in a technical higher education context, characterized by traditional teaching methods and limited use of interactive technologies. A quasi-experimental methodology with a mixed-methods approach was applied, involving diagnostic and final tests (pretest and posttest), attitude surveys, and structured classroom observations, conducted with both an experimental and a control group.

Results show a significant improvement in the experimental group, with an average increase of 35% in performance tests and a positive shift in students' attitudes toward Algebra. Students highlighted the usefulness, clarity, and motivation generated by working with interactive activities. The strategy, grounded in active and meaningful learning theories, was aligned with the current curriculum and proved to be feasible, replicable, and pedagogically relevant.

In conclusion, the use of Makey-Makey as an educational tool in Mathematics can transform the classroom experience, promoting deeper learning and greater student engagement.

**Keywords:** Makey-Makey, linear equations, interactive activities, meaningful learning, technical higher education.





## ÍNDICE GENERAL

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
Presentación y Contextualización .....	1
Justificación del Problema.....	2
Planteamiento del Problema .....	3
Precisión del Tema .....	4
Objeto de la Investigación.....	4
Objetivo General .....	4
Objetivos Específicos .....	4
Preguntas Científicas.....	5
Declaración de Variables.....	5
Variable independiente: Estrategia pedagógica basada en actividades interactivas utilizando Makey-Makey.....	5
Variable dependiente: Influencia de la estrategia pedagógica en el aprendizaje de ecuaciones lineales. .	5
Indicadores de medición:.....	5
Identificación de los Métodos .....	6
Declaración de Población y Muestra.....	7
Tipo de Investigación .....	7
Principales Aportes.....	8
Importancia, Necesidad Social, Novedad y Actualidad Científica .....	8
Descripción de los Capítulos .....	9
<b>CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO</b> .....	10
1.1 Introducción al Capítulo.....	10
1.2 Fundamentos Teóricos sobre la Enseñanza del Álgebra Lineal .....	10
1.2.1. Dificultades en la Enseñanza y Aprendizaje del Álgebra Lineal .....	12
1.2.2. Estrategias Pedagógicas para la Enseñanza del Álgebra Lineal .....	13
1.3. Integración de la Tecnología en la Enseñanza de Matemáticas .....	15
1.3.1. El Impacto de las Tecnologías Digitales en el Aprendizaje .....	15





1.3.2. Herramientas Tecnológicas Aplicadas al Álgebra Lineal .....	18
1.4. El Uso de Makey-Makey como Estrategia de Aprendizaje Interactivo .....	20
1.4.1. Makey-Makey: Concepto y Funcionamiento .....	20
1.4.2. Antecedentes de Investigación sobre la Enseñanza con Makey-Makey .....	22
<b>1.4.3. Justificación de Makey-Makey en la Enseñanza del Álgebra Lineal.....</b>	<b>23</b>
1.5. Sustento Normativo de la Integración de TIC en el Sistema Educativo Ecuatoriano .....	25
1.6 Conclusiones Parciales del Capítulo .....	27
<b>CAPÍTULO 2: METODOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN Y ESTUDIO DIAGNÓSTICO .....</b>	<b>28</b>
2.1 Conceptualización y Operacionalización de las Variables.....	28
2.2 Enfoque de la Investigación .....	30
2.3 Alcance de la Investigación.....	30
2.4 Declaración y Justificación del Tipo de Investigación.....	30
2.5 Métodos Empleados .....	31
2.6 Delimitación de la Población y Muestra .....	32
2.6.1 Tipo de Muestreo y Justificación .....	33
2.7 Estrategia Metodológica Investigativa .....	33
2.8 Resultados del Diagnóstico Inicial .....	35
2.8.1 Análisis de las Encuestas.....	35
2.9 Conclusiones Parciales del Capítulo 2: Diagnóstico Inicial.....	42
<b>CAPÍTULO 3: PRESENTACIÓN Y VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA PEDAGÓGICA .....</b>	<b>45</b>
3.1 Introducción al Capítulo.....	45
3.2. Resultados del Diagnóstico Inicial .....	45
3.3 Presentación y Justificación de la Estrategia Pedagógica .....	46
3.3.1 Presentación de la Propuesta .....	46
3.3.2 Justificación de la Propuesta .....	47
3.3.3 Objetivos de la Propuesta .....	47
3.3.4. Fundamentación de la Propuesta.....	48
3.3.5. Características de la Propuesta .....	50
3.3.6. Estructura y Dinámica de la Propuesta.....	50



3.3.7. Actividades Interactivas Basadas en Makey Makey .....	50
3.4 Modelación de la Propuesta .....	52
3.5 Análisis de los Resultados Empíricos.....	54
3.5.1 Análisis de Resultados de las Pruebas Pretest y Postest.....	54
3.5.2 Encuesta Actitudinal después de la Intervención (grupo experimental) .....	56
3.5.3 Guía de Observación durante la Implementación.....	59
3.5.4 Experiencia con Makey Makey en el Aula (Solo para estudiantes del grupo experimental) .....	61
3.7 Triangulación de Resultados .....	64
3.8 Consideraciones Finales del Capítulo .....	65
<b>CONCLUSIONES</b> .....	67
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	68
<b>Referencias Bibliográficas</b> .....	69
<b>ANEXOS</b> .....	72
Anexo 1 .....	72
Anexo 2 .....	72
Anexo 3 .....	73
Anexo 4 .....	73
Anexo 5 .....	74





## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.....	23
Tabla 2.....	28
Tabla 3.....	34
Tabla 4.....	51
Tabla 5.....	54
Tabla 6.....	55
Tabla 7.....	56





## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 .....	18
Figura 2 .....	21
Figura 3 .....	35
Figura 4 .....	36
Figura 5 .....	36
Figura 6 .....	37
Figura 7 .....	38
Figura 8 .....	39
Figura 9 .....	41
Figura 10 .....	41
Figura 11 .....	42





**LISTADO DE ANEXOS**

Anexo 1 .....	72
Anexo 2 .....	72
Anexo 3 .....	73
Anexo 4 .....	73





## INTRODUCCIÓN

### Presentación y Contextualización

El aprendizaje del álgebra lineal es un desafío significativo para estudiantes de nivel superior, especialmente en los primeros semestres de carreras técnicas y de servicio, como se evidencia en el Instituto Superior Tecnológico Vida Nueva. Esta dificultad se origina, en gran medida, en la naturaleza abstracta de los conceptos que abarca esta asignatura, como las ecuaciones lineales, matrices y vectores, que son fundamentales para la resolución de problemas en diversas áreas técnicas, incluyendo la ingeniería, la informática y la economía. Para muchos estudiantes, esta abstracción resulta en una desconexión con aplicaciones prácticas, dificultando su comprensión y retención.

En el Instituto Superior Tecnológico Vida Nueva, las estadísticas institucionales reflejan el impacto de este problema en el desempeño académico. Durante el último año, la asignatura de álgebra lineal reportó una tasa de reprobación del 45 % y contribuyó significativamente a la deserción estudiantil, especialmente en programas técnicos donde esta materia es un requisito esencial. Estas cifras destacan la urgencia de adoptar enfoques pedagógicos innovadores que respondan a las necesidades particulares de los estudiantes, muchos de los cuales presentan dificultades previas en Matemáticas y una preferencia por metodologías de aprendizaje activo.

El enfoque pedagógico constructivista y las estrategias de aprendizaje activo han demostrado ser efectivas para abordar estas problemáticas, al permitir a los estudiantes construir su propio conocimiento a partir de experiencias significativas. La necesidad de soluciones educativas que combinen innovación tecnológica y pedagogía efectiva es cada vez más apremiante. En este contexto, herramientas interactivas como el dispositivo Makey-Makey han ganado relevancia. Este dispositivo transforma objetos cotidianos en interfaces para el aprendizaje, permitiendo a los estudiantes interactuar físicamente con conceptos abstractos. Investigaciones previas (p. ej., Smith et al., 2021; García y López, 2020) han validado el uso de tecnologías similares, mostrando mejoras significativas en la comprensión conceptual y el rendimiento académico en matemáticas.

Además, este proyecto responde a tendencias actuales en la educación superior, donde se enfatiza la integración de tecnologías para mejorar el aprendizaje en áreas técnicas y científicas. La implementación de actividades interactivas basadas en Makey-Makey no solo promueve un



enfoque práctico y constructivista, sino que también se alinea con la creciente demanda de competencias tecnológicas en los profesionales del siglo XXI. Esto posiciona al Instituto Superior Tecnológico Vida Nueva como una institución comprometida con la innovación educativa y la mejora del desempeño estudiantil en asignaturas clave como el álgebra lineal.

### **Justificación del Problema**

El álgebra lineal desempeña un papel central en la formación de competencias técnicas y analíticas esenciales para los estudiantes de nivel superior, especialmente en carreras técnicas y de servicio. Su dominio es clave para abordar problemas complejos en áreas como ingeniería, economía, informática y física. Sin embargo, la enseñanza tradicional basada en metodologías pasivas ha demostrado ser insuficiente para fomentar un aprendizaje significativo en esta asignatura, limitando la capacidad de los estudiantes para aplicar los conceptos aprendidos en contextos reales. Mejorar el aprendizaje del álgebra lineal no solo impacta directamente en el rendimiento académico, sino también en la trayectoria profesional de los estudiantes, al prepararlos mejor para enfrentar los desafíos de sus disciplinas.

Desde una perspectiva pedagógica, es necesario transformar la manera en que se enseña esta materia, incorporando enfoques más interactivos y prácticos que respondan a las necesidades de los estudiantes del siglo XXI. Aquí es donde herramientas como el dispositivo Makey-Makey adquieren relevancia. Este dispositivo permite integrar la tecnología con el aprendizaje activo, facilitando que los estudiantes experimenten y construyan conocimientos mediante la manipulación de objetos cotidianos para explorar conceptos abstractos de manera tangible.

El uso de Makey-Makey no solo representa una solución innovadora, sino que también se alinea con las tendencias globales en la educación STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas). Estas tendencias promueven la utilización de tecnologías emergentes para crear experiencias educativas más dinámicas, que no solo mejoran la comprensión conceptual, sino que también fomentan habilidades como la creatividad, la resolución de problemas y el trabajo en equipo. Este enfoque es especialmente relevante en el contexto del Instituto Superior Tecnológico Vida Nueva, donde se busca combatir las altas tasas de reprobación y deserción en álgebra lineal mediante la implementación de estrategias educativas que conecten de manera más efectiva con los estudiantes. Por lo tanto, este proyecto no solo responde a la necesidad inmediata de mejorar el aprendizaje de álgebra línea, sino que también contribuye a la formación de estudiantes más



preparados y competentes, capaces de enfrentar los retos académicos y profesionales que demandan las sociedades contemporáneas.

### **Planteamiento del Problema**

El aprendizaje del álgebra lineal representa un desafío considerable para estudiantes de nivel superior, especialmente en los primeros semestres, cuando muchos se enfrentan por primera vez a conceptos abstractos como sistemas de ecuaciones lineales, matrices y vectores. Estas dificultades no solo limitan la comprensión de los temas, sino que también afectan de manera significativa el desempeño académico y la retención estudiantil. En particular, las estrategias tradicionales de enseñanza, basadas en exposiciones magistrales y ejercicios repetitivos, han demostrado ser insuficientes para abordar estas problemáticas, ya que no logran involucrar activamente a los estudiantes ni conectar los conceptos abstractos con aplicaciones prácticas relevantes para sus carreras.

En el caso del Instituto Superior Tecnológico Vida Nueva, estas dificultades se manifiestan de manera concreta. Según los registros institucionales, la asignatura de álgebra lineal presenta una de las tasas más altas de reprobación, con un 45 % de estudiantes que no logran aprobar en su primer intento. Este problema se agrava debido a la falta de recursos pedagógicos que combinen innovación tecnológica y metodologías interactivas, necesarios para motivar a los estudiantes y reforzar su confianza en su capacidad para dominar la asignatura.

Entre los aspectos específicos que dificultan el aprendizaje del álgebra lineal se encuentran el elevado nivel de abstracción de los conceptos, la falta de conexión con situaciones del mundo real y las metodologías rígidas que no permiten a los estudiantes explorar los temas de manera práctica. Estas barreras no solo impactan en el rendimiento académico, sino también en la motivación, lo que genera una percepción negativa hacia la materia y contribuye a la deserción.

El presente proyecto busca responder a estas necesidades mediante la implementación de interfaces interactivas basadas en el dispositivo Makey-Makey. Este enfoque innovador permite a los estudiantes interactuar con conceptos abstractos de manera tangible, conectando los principios del álgebra lineal con aplicaciones prácticas que refuercen su relevancia en el contexto técnico y profesional. En el marco de las necesidades del Instituto Superior Tecnológico Vida Nueva, la propuesta pretende no solo mejorar los índices de aprobación, sino también generar una experiencia



de aprendizaje más significativa y alineada con las demandas contemporáneas de la educación técnica y tecnológica.

En este sentido, la pregunta principal que orienta este proyecto es:

¿Cómo influye el uso de actividades interactivas con Makey-Makey en la comprensión de ecuaciones lineales, el rendimiento académico y la actitud hacia el aprendizaje de álgebra lineal de los estudiantes del primer nivel del Instituto Superior Tecnológico Vida Nueva en el periodo junio 2024 – enero 2025?

### **Precisión del Tema**

El presente proyecto se centra en el diseño de actividades interactivas basadas en Makey-Makey como herramienta innovadora para mejorar el aprendizaje de ecuaciones lineales en álgebra lineal. Esta propuesta se alinea con la línea de investigación “Aplicación de herramientas digitales en el ámbito educativo”, al emplear una tecnología interactiva que transforma objetos cotidianos en herramientas pedagógicas. Asimismo, responde a la línea institucional de “Innovación y tecnologías aplicadas”, promoviendo el desarrollo de competencias tecnológicas avanzadas en los estudiantes del Instituto Superior Tecnológico Vida Nueva.

### **Objeto de la Investigación**

Relación entre estrategia pedagógica basada en actividades interactivas diseñadas con Makey-Makey y el rendimiento académico y la comprensión conceptual del álgebra lineal en estudiantes de primer nivel.

### **Objetivos**

#### **Objetivo General**

Evaluar la influencia de una estrategia pedagógica basada en actividades interactivas con Makey-Makey en la comprensión de ecuaciones lineales, el rendimiento académico y la actitud hacia el aprendizaje de Álgebra Lineal en estudiantes de primer nivel del Instituto Superior Tecnológico Vida Nueva, durante el periodo junio 2024 – enero 2025.

#### **Objetivos Específicos**

1. Analizar los fundamentos teóricos que sustentan el uso de herramientas digitales en el proceso de enseñanza de Matemáticas y, en particular, de Álgebra Lineal.



2. Caracterizar los resultados de los estudios precedentes que han empleado la tecnología Makey – Makey en el proceso de enseñanza-aprendizaje de Álgebra Lineal y describir las características que identifican a esta herramienta interactiva.
3. Diseñar e implementar una estrategia basada en actividades interactivas de Álgebra Lineal con Makey-Makey para la enseñanza de ecuaciones lineales en estudiantes de primer nivel.
4. Evaluar los efectos de la estrategia implementada en la comprensión conceptual, el rendimiento académico y la actitud de los estudiantes mediante pruebas de desempeño y encuestas.

### **Preguntas Científicas**

¿Cuáles son los fundamentos teóricos que sustentan el uso de herramientas tecnológicas en la enseñanza de Matemáticas, particularmente en el aprendizaje de Álgebra Lineal?

¿Qué impacto ha tenido la implementación de Makey-Makey en experiencias previas de enseñanza de Matemáticas y cuáles son sus principales características como herramienta interactiva?

¿Cuáles son las principales dificultades en el aprendizaje de ecuaciones lineales y cómo se caracteriza el proceso de enseñanza-aprendizaje de Álgebra Lineal en estudiantes de primer nivel del Instituto Superior Tecnológico Vida Nueva durante el periodo junio 2024- enero 2025?

¿Cómo diseñar e implementar una estrategia conformada por actividades interactivas con Makey-Makey que favorezcan el aprendizaje de ecuaciones lineales en estudiantes de primer nivel del Instituto Superior Tecnológico Vida Nueva?

¿Qué efectos tiene la implementación de la estrategia basada en Makey-Makey en la comprensión de ecuaciones lineales, el rendimiento académico y la actitud de los estudiantes hacia el aprendizaje del Álgebra Lineal?

### **Declaración de Variables**

Variable independiente: Estrategia pedagógica basada en actividades interactivas utilizando Makey-Makey.

Variable dependiente: Influencia de la estrategia pedagógica en el aprendizaje de ecuaciones lineales.

### **Indicadores de medición:**

- Comprensión conceptual: Resultados en pruebas específicas sobre ecuaciones lineales antes y después de la intervención.



- Rendimiento académico: Comparación de calificaciones entre los grupos experimental y de control.
- Actitud hacia el aprendizaje: Encuestas sobre motivación, interés y percepción de dificultad antes y después de la implementación.

## **Identificación de los Métodos**

### **Métodos Teóricos**

Se empleará el análisis bibliográfico y documental para sustentar teóricamente el uso de herramientas interactivas en la enseñanza de Matemáticas, con especial énfasis en Makey-Makey y su aplicación en el aprendizaje de álgebra lineal. Además, se analizarán enfoques pedagógicos innovadores que favorecen la enseñanza de conceptos abstractos mediante tecnologías digitales.

### **Métodos Empíricos**

- Encuestas: Se aplicarán encuestas a estudiantes del Instituto Superior Tecnológico Vida Nueva para diagnosticar las dificultades en el aprendizaje del Álgebra Lineal, la familiaridad con herramientas digitales y las estrategias de enseñanza percibidas como más efectivas.
- Observación directa: Se registrarán dinámicas de enseñanza y participación estudiantil en clases con y sin el uso de Makey-Makey, con el objetivo de analizar diferencias en la interacción con los contenidos.
- Pruebas diagnósticas y de desempeño: Se administrarán pruebas estructuradas antes y después de la implementación de las actividades interactivas para evaluar la comprensión conceptual y el rendimiento académico en ecuaciones lineales.

### **Métodos Estadísticos y de Análisis de Datos**

- Estadística descriptiva e inferencial: Se utilizarán pruebas de comparación de medias (como la prueba t de Student) para analizar el impacto de las actividades interactivas en el rendimiento académico entre el grupo experimental y el grupo de control.
- Análisis cualitativo: Se examinarán las respuestas abiertas de las encuestas y los registros de observación para identificar patrones en la percepción y actitud de los estudiantes hacia el aprendizaje del Álgebra Lineal con Makey-Makey.



Esta combinación de métodos permitirá obtener un panorama integral sobre la efectividad de las actividades interactivas y su impacto en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

### **Declaración de Población y Muestra**

Para el estudio y el levantamiento de los datos, se considera una población de 52 estudiantes. Se dividirán en dos grupos:

- Grupo A: Recibirá la implementación de las actividades de aprendizaje mediante Makey-Makey.
- Grupo B: No contará con la implementación de estas actividades.

Cada grupo tendrá un docente evaluador encargado de recolectar los datos a través de actividades evaluativas para determinar el aprendizaje de los estudiantes.

**Población.** Estudiantes del Instituto Superior Tecnológico Vida Nueva que cursan la asignatura de Álgebra Lineal.

**Muestra.** Se seleccionarán 52 estudiantes divididos en dos grupos de 26 cada uno (experimental y control). El tipo de muestreo empleado será no probabilístico intencional, ya que se seleccionará a la totalidad de los estudiantes disponibles que integran los paralelos correspondientes a la asignatura en el semestre indicado. En este sentido, la muestra coincide plenamente con la población objetivo del estudio, lo que permite desarrollar un abordaje completo y contextualizado, representativo de la realidad institucional sobre la que se propone intervenir.

### **Tipo de Investigación**

La investigación es de tipo aplicada y cuasi-experimental, con un enfoque mixto que combina métodos cuantitativos y cualitativos. Su propósito es diseñar, implementar y evaluar actividades interactivas basadas en Makey-Makey en el aprendizaje de ecuaciones lineales en estudiantes del Instituto Superior Tecnológico Vida Nueva.

Clasificación según su propósito:

Es una investigación aplicada, ya que busca desarrollar estrategias pedagógicas innovadoras con un enfoque práctico para mejorar la enseñanza del Álgebra Lineal.

Clasificación según su alcance:

Es una investigación descriptiva y explicativa. Descriptiva, porque analiza las dificultades en el aprendizaje del Álgebra Lineal y las condiciones del contexto educativo. Explicativa, porque



busca determinar en qué medida la implementación de actividades interactivas con Makey-Makey influye en la comprensión conceptual, el rendimiento académico y la actitud de los estudiantes.

Clasificación según los métodos empleados:

Cuantitativo: Se aplicarán pruebas estandarizadas antes y después de la intervención para medir la comprensión de ecuaciones lineales y el impacto en el rendimiento académico. Además, se utilizarán pruebas estadísticas para comparar el desempeño del grupo experimental y el grupo de control.

Cualitativo: Se realizarán encuestas y observaciones en el aula para analizar la percepción de los estudiantes sobre el uso de Makey-Makey y su impacto en la motivación y el aprendizaje.

Esta combinación metodológica permite obtener un análisis integral del efecto de las herramientas interactivas en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal.

### **Principales Aportes**

Este proyecto contribuye al desarrollo de metodologías educativas innovadoras, mejora el rendimiento académico en álgebra y fomenta competencias tecnológicas en los estudiantes.

### **Importancia, Necesidad Social, Novedad y Actualidad Científica**

La investigación aborda la necesidad de adaptar la educación matemática a las exigencias tecnológicas actuales, integrando herramientas interactivas que potencian el aprendizaje significativo y responden a las demandas de una educación de calidad en el siglo XXI.

Importancia: El álgebra lineal juega un rol fundamental en la educación técnica, siendo un componente clave para el desarrollo de habilidades analíticas y de resolución de problemas en disciplinas como la ingeniería y la tecnología. Este proyecto tiene como objetivo mejorar la enseñanza de este tema, utilizando enfoques innovadores que faciliten su comprensión y aplicación en contextos técnicos.

Necesidad social: El proyecto responde a una necesidad urgente en las instituciones técnicas, donde la deserción estudiantil y la brecha tecnológica son desafíos persistentes. Al integrar herramientas tecnológicas interactivas en la enseñanza del álgebra lineal, se busca no solo mejorar el aprendizaje, sino también reducir estas brechas, ofreciendo una educación más accesible y atractiva para los estudiantes.

Novedad: El diseño pedagógico propuesto introduce elementos innovadores, como el uso de plataformas digitales interactivas, que permiten a los estudiantes interactuar de manera dinámica



con los conceptos de álgebra lineal. Este enfoque adaptado al contexto educativo actual busca motivar a los estudiantes y mejorar su rendimiento en un área tradicionalmente compleja.

Actualidad científica: Este proyecto se encuentra alineado con las tendencias educativas más recientes, que promueven el uso de tecnologías interactivas para potenciar el aprendizaje. Investigaciones recientes han demostrado que la integración de herramientas digitales en la educación matemática mejora la comprensión y retención de conceptos abstractos, especialmente en áreas como el álgebra lineal.

### **Descripción de los Capítulos**

#### **Capítulo 1: Marco Teórico**

Este capítulo establece los fundamentos conceptuales relacionados con el aprendizaje interactivo y el uso de herramientas tecnológicas como Makey-Makey en la enseñanza del álgebra. Se analizan teorías pedagógicas, metodologías de enseñanza activa y estudios previos que sustentan la integración tecnológica en procesos educativos.

#### **Capítulo 2: Metodología para el Desarrollo de la Investigación y Estudio Diagnóstico**

Se describe el enfoque mixto utilizado para el diseño y validación de las actividades interactivas, detallando la conceptualización de variables, instrumentos de recolección, población y muestra, así como las etapas del diagnóstico inicial. También se explica el procedimiento metodológico para analizar el impacto de las actividades diseñadas.

#### **Capítulo 3: Presentación y Validación de la Propuesta**

Se presentan las actividades interactivas desarrolladas con Makey-Makey, destacando su diseño y aplicación en el aula. Además, se valida la propuesta mediante análisis cuantitativos y cualitativos, comparando el desempeño académico del grupo experimental con el grupo con situaciones complejas y ofreciendo retroalimentación inmediata.



## CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO

### 1.1 Introducción al Capítulo

Este capítulo se explora los conceptos teóricos sobre álgebra lineal, abordando las bases teóricas y las estrategias pedagógicas que pueden hacer que esta materia sea más accesible para los estudiantes. Se analizan las dificultades que enfrentan muchos al lidiar con conceptos abstractos y los errores comunes que suelen cometer. También se discuten enfoques de enseñanza más dinámicos y el papel de la tecnología, incluyendo herramientas innovadoras como Makey-Makey, que pueden transformar la experiencia de aprendizaje y ayudar a los estudiantes a conectar mejor con el contenido.

### 1.2 Fundamentos Teóricos sobre la Enseñanza del Álgebra Lineal

Los fundamentos teóricos de la enseñanza del álgebra lineal se basan en diversos enfoques que buscan facilitar la comprensión de conceptos abstractos y mejorar el aprendizaje de los estudiantes, a través del constructivismo que sostiene que el aprendizaje es un proceso activo en el cual los estudiantes construyen su propio conocimiento, relacionando nuevos conceptos con sus experiencias previas. Otro enfoque importante es la teoría de las representaciones que sugiere que el aprendizaje se ve favorecido cuando se utilizan múltiples representaciones de un mismo concepto, como gráficas, expresiones algebraicas y numéricas, ayudando a los estudiantes a visualizar y entender mejor las relaciones entre los diferentes elementos.

El álgebra lineal es fundamental en la formación académica y profesional, especialmente en áreas técnicas, científicas e ingenieriles. Su estudio permite desarrollar habilidades de resolución de problemas y pensamiento abstracto, esenciales en disciplinas como la informática, la física y la economía. Sin embargo, la enseñanza del álgebra lineal enfrenta desafíos significativos debido a la abstracción de sus conceptos, lo que dificulta su comprensión para muchos estudiantes.

Estudios como los de Tall y Vinner (1981) señalan que uno de los principales problemas en la enseñanza del álgebra es la dificultad de los estudiantes para conectar los conceptos abstractos con representaciones prácticas. Además, las metodologías tradicionales, que a menudo se limitan a enfoques expositivos, pueden ser insuficientes para fomentar un aprendizaje activo. En este sentido, metodologías innovadoras como el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) o el aprendizaje colaborativo han demostrado ser efectivas para mejorar la comprensión del álgebra



lineal (Artigue, 2009). El uso de representaciones visuales y manipulativas, como diagramas y modelos geométricos, facilita la transición entre lo abstracto y su aplicación concreta, ayudando a los estudiantes a visualizar conceptos clave como espacios vectoriales, transformaciones lineales y matrices.

Desde una perspectiva teórica, el aprendizaje del álgebra lineal puede abordarse desde diferentes enfoques. El constructivismo, basado en las ideas de Piaget y Vygotsky, enfatiza la importancia de la interacción activa del estudiante con el conocimiento. La teoría del aprendizaje significativo de Ausubel (2000) resalta la necesidad de conectar los nuevos conceptos con conocimientos previos para lograr una comprensión más profunda. Asimismo, el concepto de zona de desarrollo próximo de Vygotsky destaca la importancia del andamiaje y la interacción social en el aprendizaje del álgebra, promoviendo estrategias como el trabajo en equipo y la tutoría entre pares para reforzar la asimilación de los contenidos.

Los fundamentos teóricos de la enseñanza del álgebra lineal se basan en diversos enfoques que buscan facilitar la comprensión de conceptos abstractos y mejorar el aprendizaje de los estudiantes, a través del constructivismo que sostiene que el aprendizaje es un proceso activo en el cual los estudiantes construyen su propio conocimiento, relacionando nuevos conceptos con sus experiencias previas. Otro enfoque importante es la teoría de las representaciones que sugiere que el aprendizaje se ve favorecido cuando se utilizan múltiples representaciones de un mismo concepto, como gráficas, expresiones algebraicas y numéricas, ayudando a los estudiantes a visualizar y entender mejor las relaciones entre los diferentes elementos.

El aprendizaje basado en problemas centra la enseñanza en la resolución de situaciones prácticas, permitiendo que los estudiantes desarrollen habilidades críticas y apliquen conocimientos en contextos significativos. Las metodologías del trabajo en grupo y la gamificación fomentan la participación de los estudiantes, promoviendo un aprendizaje colaborativo donde pueden compartir ideas y resolver problemas juntos. Es por eso que la integración de tecnología en la enseñanza del álgebra lineal, mediante el uso de software de matemáticas y aplicaciones interactivas, enriquece la experiencia educativa, permitiendo simular situaciones complejas y ofreciendo retroalimentación inmediata.



### *1.2.1. Dificultades en la Enseñanza y Aprendizaje del Álgebra Lineal*

La enseñanza del álgebra lineal enfrenta múltiples desafíos debido a su naturaleza abstracta, lo que puede dificultar la comprensión de los estudiantes (ver Anexo 1). Los errores conceptuales, como la confusión entre variables y coeficientes, son comunes y afectan el rendimiento académico. Además, “factores como metodologías tradicionales poco efectivas, desmotivación y la falta de conexión con aplicaciones prácticas contribuyen a la dificultad en el aprendizaje. Es esencial abordar estas barreras para mejorar la enseñanza y el aprendizaje del álgebra lineal” (García, 2021, p. 45).

- Naturaleza abstracta del Álgebra Lineal y su impacto en el rendimiento estudiantil

El álgebra lineal se caracteriza por su alto nivel de abstracción, lo que puede dificultar la “comprensión de conceptos fundamentales como espacios vectoriales y transformaciones lineales. Esta abstracción puede llevar a una desconexión entre la teoría y las aplicaciones prácticas, afectando negativamente el rendimiento académico de los estudiantes” (García, 2018, p. 45).

- Principales errores conceptuales y operacionales en la resolución de ecuaciones lineales

Los estudiantes suelen cometer errores al resolver ecuaciones lineales debido a una “comprensión insuficiente de los conceptos subyacentes y a la aplicación incorrecta de procedimientos algorítmicos. Estos errores reflejan dificultades en la transición del pensamiento aritmético al algebraico” (Martínez, 2019, p. 112).

- Factores que afectan la comprensión: metodologías tradicionales, desmotivación, desconexión con aplicaciones prácticas

Con aplicaciones prácticas: “La enseñanza tradicional del álgebra lineal, centrada en la exposición teórica y la práctica repetitiva, puede conducir a la desmotivación estudiantil. La falta de conexión con aplicaciones prácticas relevantes limita la percepción de la utilidad de la materia, afectando la comprensión y el interés de los estudiantes” (López, 2020, p. 78).

- Perspectiva crítica y vacíos en la Literatura

A pesar de estos hallazgos positivos, la literatura sobre el impacto de Makey-Makey en el aprendizaje del álgebra lineal aún presenta vacíos importantes. “La mayoría de los estudios han sido de corto plazo y con muestras reducidas, por lo que no se cuenta con suficientes



investigaciones longitudinales que analicen el impacto sostenido de esta herramienta en la retención del conocimiento” (García, 2015, p. 12).

Otro desafío identificado es la falta de estudios en contextos educativos diversos. Gran parte de las investigaciones se han realizado en entornos urbanos con acceso a infraestructura tecnológica adecuada, lo que plantea la pregunta de qué tan replicables son estos resultados en instituciones con recursos limitados. Además, la formación docente sigue siendo un factor crítico: sin una capacitación adecuada, la integración de Makey-Makey puede verse limitada a experiencias superficiales sin un impacto real en el aprendizaje profundo.

### ***1.2.2. Estrategias Pedagógicas para la Enseñanza del Álgebra Lineal***

La enseñanza del Álgebra Lineal enfrenta múltiples desafíos debido a su nivel de abstracción, lo que puede dificultar la comprensión y el rendimiento académico de los estudiantes. “Factores como la falta de conexión con aplicaciones prácticas, metodologías tradicionales poco efectivas y desmotivación influyen en el aprendizaje, generando errores conceptuales y operacionales” (González, 2010, p. 7).

Para superar estas dificultades, es fundamental adoptar estrategias pedagógicas innovadoras que fomenten una comprensión más profunda y significativa (ver Anexo 4). En este sentido, el uso de metodologías activas, la integración de “herramientas tecnológicas y enfoques didácticos centrados en el estudiante pueden mejorar la enseñanza del Álgebra Lineal, promoviendo un aprendizaje más dinámico y efectivo” (Márquez et al., 2014, p. 3).

Las estrategias pedagógicas juegan un papel importante en la enseñanza del álgebra lineal. Los enfoques didácticos tradicionales, aunque útiles, a menudo no logran involucrar a los estudiantes de manera efectiva. Las metodologías y el aprendizaje basado en problemas y la gamificación fomentan la participación y el interés. “Estas estrategias no solo mejoran la comprensión conceptual, sino que también ayudan a los estudiantes a aplicar el álgebra en contextos prácticos. La integración de herramientas tecnológicas también potencia la enseñanza, facilitando el aprendizaje interactivo” (Martínez, 2022, p. 78).

- Enfoques didácticos tradicionales y su efectividad

Los enfoques tradicionales en la enseñanza del álgebra lineal se centran en la transmisión de conocimientos de manera unidireccional, con énfasis en la memorización y la práctica de procedimientos estándar. “Aunque este método ha sido ampliamente utilizado, su efectividad es



limitada en términos de promover una comprensión profunda y habilidades de pensamiento crítico en los estudiantes” (Pérez, 2017, p. 33).

- Metodologías activas en la enseñanza de Matemáticas: aprendizaje basado en problemas, aprendizaje colaborativo, gamificación

El aprendizaje basado en problemas, el aprendizaje colaborativo y la gamificación, fomentan la participación de los estudiantes en su proceso de aprendizaje. “Estas estrategias promueven el pensamiento crítico, la resolución de problemas y la colaboración, mejorando la comprensión y la retención de conceptos matemáticos complejos” (Rodríguez, 2021, p. 56).

- Uso de herramientas tecnológicas para mejorar la comprensión matemática

La integración de herramientas tecnológicas en la enseñanza de las matemáticas “facilita la visualización de conceptos abstractos y proporciona entornos interactivos para la exploración y el aprendizaje. Software educativo y aplicaciones específicas permiten a los estudiantes experimentar y manipular representaciones matemáticas, mejorando su comprensión y motivación” (Sánchez, 2022, p. 89).

La aplicación de estrategias pedagógicas innovadoras permite conectar la teoría del Álgebra Lineal con su uso práctico, facilitando el aprendizaje. Por ejemplo, el aprendizaje basado en problemas puede abordar la desconexión entre la teoría y su aplicación al plantear situaciones reales, como la optimización de recursos en logística mediante sistemas de ecuaciones lineales.

La gamificación, a través de plataformas interactivas, puede transformar la resolución de ecuaciones y operaciones con matrices en desafíos dinámicos, aumentando la motivación y el compromiso del estudiante. Asimismo, el uso de herramientas tecnológicas, “como software de visualización matemática, ayuda a representar gráficamente conceptos abstractos como espacios vectoriales y transformaciones lineales, mejorando su comprensión. Estas “estrategias no solo fortalecen el aprendizaje conceptual, sino que también promueven un enfoque práctico que permite a los estudiantes aplicar el Álgebra Lineal en contextos relevantes” (Maryory et al., 2015, p. 19).

- Metodologías específicas en Álgebra Lineal

Rodríguez et al. (2019) realizaron un estudio en el que los estudiantes utilizaron Makey-Makey para construir modelos físicos de sistemas de ecuaciones lineales. En una de las actividades, los estudiantes diseñaron circuitos eléctricos en los que la variación en la conductividad de ciertos



materiales representaba cambios en los coeficientes de las ecuaciones. Los resultados mostraron que esta “metodología mejoró la visualización de los conceptos algebraicos, reduciendo en un 30% los errores comunes en la interpretación de sistemas lineales respecto a un grupo de control que trabajó con métodos tradicionales” (Nivel I, 2020, p. 5).

Asimismo, investigaciones como las de Pérez y Gómez (2021) han incorporado Makey-Makey en el estudio de matrices y transformaciones lineales. En su experimento, los estudiantes crearon interfaces táctiles para manipular valores en una matriz y observar cómo se afectaban sus transformaciones geométricas en tiempo real. Este enfoque permitió una mayor conexión entre la teoría y la práctica, facilitando el aprendizaje de operaciones matriciales complejas.

### **1.3. Integración de la Tecnología en la Enseñanza de Matemáticas**

El uso de tecnologías digitales en la educación matemática ha demostrado tener un impacto positivo significativo en el aprendizaje. Estas herramientas permiten personalizar la enseñanza y atender diferentes estilos de aprendizaje. Modelos teóricos como la “Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel y el Constructivismo Social de Vygotsky respaldan la integración de tecnología, destacando su capacidad para facilitar el aprendizaje colaborativo. Al implementar estas tecnologías, los educadores pueden mejorar la motivación y el rendimiento de los estudiantes en matemáticas” (Pérez, 2020, p. 112).

#### ***1.3.1. El Impacto de las Tecnologías Digitales en el Aprendizaje***

- Beneficios del uso de tecnología en la educación matemática.

La incorporación de tecnologías digitales en la educación matemática ofrece múltiples beneficios, incluyendo la personalización del aprendizaje, el acceso a recursos educativos interactivos y la posibilidad de simular situaciones reales. “Estas herramientas facilitan la comprensión de conceptos complejos y aumentan la motivación de los estudiantes” (Fernández, 2023, p. 102).

- Modelos teóricos que respaldan el aprendizaje con tecnología:
  - Teoría del Aprendizaje Significativo (Ausubel)

Esta teoría postula que el aprendizaje es más efectivo cuando los nuevos conocimientos se relacionan de manera significativa con la estructura cognitiva existente del estudiante. “La tecnología puede facilitar este proceso al proporcionar contextos y recursos que conecten con el conocimiento previo” (González, 2016, p. 47).



La Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel postula que el aprendizaje es más efectivo cuando los nuevos conocimientos se relacionan de manera significativa con la estructura cognitiva existente del estudiante. La tecnología puede facilitar este proceso al proporcionar contextos y recursos que conecten con el conocimiento previo, lo que permite una mejor retención y comprensión de los conceptos matemáticos. En este sentido, Makey Makey contribuye al aprendizaje significativo al permitir que los estudiantes diseñen y experimenten con circuitos físicos para representar conceptos abstractos, como sistemas de ecuaciones o transformaciones lineales. Esta relación entre lo concreto y lo abstracto ayuda a reforzar la comprensión y aplicación de los contenidos.

- Constructivismo Social (Vygotsky)

Según Vygotsky, el aprendizaje es un proceso social que ocurre a través de la interacción con otros y con el entorno. Las tecnologías digitales, incluidas las herramientas como Makey Makey, ofrecen plataformas para la colaboración y la comunicación, apoyando el desarrollo cognitivo en un contexto social. El uso de Makey Makey en la enseñanza del Álgebra Lineal permite que los estudiantes trabajen en equipo para diseñar modelos interactivos de conceptos matemáticos, fomentando el diálogo y la co-construcción del conocimiento. Además, el aprendizaje colaborativo facilita la resolución de problemas en conjunto y refuerza la comprensión de los conceptos al intercambiar ideas con otros compañeros.

- Modelo TPACK (Tecnología, Pedagogía y Contenido)

El Modelo TPACK destaca la intersección entre el conocimiento tecnológico, pedagógico y del contenido, enfatizando la necesidad de integrar estos tres componentes para una enseñanza efectiva con tecnología. Makey Makey encaja perfectamente en este modelo, ya que permite a los docentes aplicar metodologías innovadoras combinando el contenido matemático con estrategias pedagógicas activas y herramientas tecnológicas. Por ejemplo, los estudiantes pueden utilizar Makey Makey para programar representaciones gráficas de matrices o desarrollar proyectos en los que conecten el Álgebra Lineal con experimentos físicos interactivos. Esto no solo “fortalece la comprensión conceptual, sino que también potencia el aprendizaje experiencial, motivando a los estudiantes a explorar y aplicar los conocimientos de manera creativa” (Viegas-D’Abreu & Villalba-Condori, 2017, p. 9).



Los modelos teóricos que respaldan el aprendizaje con tecnología pueden aplicarse al uso de herramientas como Makey Makey, un dispositivo que permite la interacción física con entornos digitales, facilitando la enseñanza de conceptos matemáticos de manera dinámica. Desde la perspectiva de la Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel, Makey Makey puede utilizarse para diseñar actividades en las que los estudiantes relacionen conceptos abstractos del Álgebra Lineal con experiencias prácticas, como la construcción de interfaces táctiles para representar transformaciones lineales. En el enfoque del Constructivismo Social de Vygotsky, este dispositivo promueve la colaboración, ya que los estudiantes pueden trabajar en equipo para diseñar y experimentar con circuitos que modelen sistemas de ecuaciones o matrices. Finalmente, el Modelo TPACK resalta la importancia de integrar tecnología, pedagogía y contenido, lo que se evidencia en el uso de Makey Makey para enseñar Álgebra Lineal de “forma interactiva, combinando el conocimiento matemático con estrategias didácticas innovadoras y herramientas tecnológicas que potencian el aprendizaje” (Vinicio et al., 2020, p. 14).

- Herramientas Digitales en Educación

El uso de herramientas digitales en la enseñanza de las matemáticas ha evolucionado significativamente en las últimas décadas, transformando los métodos de aprendizaje y permitiendo la experimentación con conceptos abstractos de manera más tangible. Inicialmente, la enseñanza matemática se apoyaba en herramientas básicas como calculadoras y software de álgebra computacional, pero con el avance de la tecnología, han surgido plataformas interactivas como GeoGebra, Desmos y dispositivos innovadores como Makey-Makey, que facilitan el aprendizaje práctico a través de la manipulación directa de los conceptos matemáticos (Artigue, 2009).

Los entornos digitales han demostrado ser particularmente efectivos en la enseñanza del álgebra lineal, pues permiten visualizar representaciones geométricas de ecuaciones, vectores y transformaciones lineales, lo que facilita la comprensión de estos temas abstractos. Según González y Ramírez (2020), el uso de herramientas interactivas incrementa la motivación estudiantil y mejora la retención del conocimiento.

Diversos estudios han analizado el impacto cuantitativo y cualitativo de estas herramientas en el desempeño académico. Por ejemplo, una investigación realizada por Pérez y López (2018) mostró que estudiantes que utilizaron GeoGebra para explorar matrices y transformaciones lineales



obtuvieron un 20% de mejora en la resolución de problemas en comparación con aquellos que solo recibieron instrucción tradicional. Asimismo, la introducción de Makey-Makey en actividades didácticas ha permitido superar barreras de aprendizaje al integrar el uso de elementos físicos en la resolución de ecuaciones, promoviendo el desarrollo de habilidades críticas y el aprendizaje colaborativo (Martínez et al., 2021).

## Figura 1

### *Herramientas digitales*



*Nota.* La figura representa las herramientas digitales en educación. Recuperado de: <https://www.innovaciondigital360.com/big-data/herramientas-digitales-guia-completa-para-aprovecharlas/>

Estos avances reflejan cómo la implementación de herramientas digitales no solo facilita la enseñanza del álgebra lineal, sino que también impacta positivamente en la motivación estudiantil, la participación y la comprensión profunda de los conceptos matemáticos. Por ello, su integración en los procesos educativos resulta esencial para fortalecer el aprendizaje y mejorar los resultados académicos en esta disciplina.

### ***1.3.2. Herramientas Tecnológicas Aplicadas al Álgebra Lineal***

Las herramientas tecnológicas, como GeoGebra y Desmos, son fundamentales en la enseñanza del álgebra lineal, ya que permiten a los estudiantes visualizar conceptos abstractos de manera interactiva. Estas aplicaciones ayudan a simplificar la resolución de ecuaciones y a entender mejor las relaciones matemáticas. Además, “el uso de dispositivos interactivos ha mostrado ser efectivo en aumentar la motivación y la comprensión conceptual entre los estudiantes. Su



integración en el aula puede transformar la forma en que se enseña y aprende el álgebra lineal” (Ramírez, 2023, p. 66).

- Software educativo: GeoGebra, MATLAB, Desmos

Herramientas como GeoGebra, MATLAB y Desmos “permiten la visualización y manipulación de conceptos de álgebra lineal, facilitando la exploración participativa y la comprensión profunda de temas como matrices, vectores y transformaciones lineales” (Jiménez, 2019, p. 88).

- Dispositivos interactivos y su impacto en la motivación y comprensión conceptual

El uso de dispositivos interactivos en el aula, “como pizarras digitales y tabletas, puede aumentar la motivación de los estudiantes y mejorar su comprensión de conceptos matemáticos al permitir una interacción más dinámica y personalizada con el material de aprendizaje” (Navarro, 2020, p. 74).

- Estado del Arte sobre la Integración de Herramientas Digitales en el Aprendizaje del Álgebra Lineal

El uso de herramientas digitales en la enseñanza del álgebra lineal ha sido objeto de diversas investigaciones, destacando su impacto en la comprensión conceptual y la motivación estudiantil. Makey-Makey, en particular, ha demostrado ser una alternativa innovadora para transformar conceptos abstractos en experiencias tangibles mediante la interacción física con materiales conductores y circuitos eléctricos.

- Impacto en Competencias Clave

El uso de Makey-Makey en álgebra lineal no solo ha demostrado mejorar el rendimiento académico, sino que también ha impulsado el desarrollo de competencias transversales. González y Ramírez (2020) encontraron que los estudiantes que participaron en actividades interactivas con Makey-Makey mostraron mejoras significativas en el pensamiento crítico, debido a la necesidad de analizar y resolver problemas mediante modelos físicos.

Otra dimensión clave es el trabajo colaborativo. Según Lara y Méndez (2022), los estudiantes que utilizaron Makey-Makey en entornos grupales mostraron un incremento del 40% en habilidades de resolución conjunta de problemas matemáticos, en comparación con aquellos que trabajaron individualmente con herramientas tradicionales. Además, la posibilidad de



experimentar con soluciones creativas favoreció la autoconfianza en la resolución de problemas, aspecto crucial en la reducción de la ansiedad matemática.

#### **1.4. El Uso de Makey-Makey como Estrategia de Aprendizaje Interactivo**

Makey-Makey es un dispositivo que permite convertir objetos cotidianos en teclados, facilitando un aprendizaje interactivo y práctico. Su origen se remonta a la necesidad de hacer la educación más accesible y divertida. Las “características del dispositivo incluyen su facilidad de uso y la capacidad de conectar objetos a programas informáticos, lo que lo convierte en una herramienta valiosa en el ámbito educativo. Su implementación en el aula promueve la creatividad y la experimentación, aspectos clave en el proceso de aprendizaje” (López, 2021, p. 34).

##### ***1.4.1. Makey-Makey: Concepto y Funcionamiento***

- Origen y características del dispositivo Makey-Makey

Makey-Makey es un kit de invención interactivo que permite a los usuarios convertir objetos cotidianos en interfaces táctiles para computadoras (ver Anexo 2). “Desarrollado en el MIT Media Lab, este dispositivo utiliza principios de circuitos eléctricos para detectar señales de baja conductividad, facilitando la creación de proyectos creativos y educativos”. (Silver, 2012, p. 1)

- Aplicaciones en el ámbito educativo

El Makey-Makey se utiliza en educación para transformar objetos cotidianos en interfaces interactivas, facilitando la enseñanza de conceptos abstractos de manera tangible y práctica. Su aplicación promueve la creatividad, el pensamiento crítico y la resolución de problemas, al permitir a los estudiantes diseñar y construir sus propias herramientas de aprendizaje. Además, su compatibilidad con plataformas de programación visual como Scratch amplía las posibilidades de proyectos educativos innovadores.

- Makey-Makey como Herramienta Interactiva en la Educación

Makey-Makey es una herramienta innovadora que permite transformar objetos cotidianos en interfaces digitales, facilitando la interacción con sistemas computacionales de manera tangible. Desarrollada por Jay Silver y Eric Rosenbaum en 2012 en el MIT Media Lab, su aplicación en la educación ha sido ampliamente reconocida, especialmente en disciplinas STEM. Su uso en la enseñanza de matemáticas permite traducir conceptos abstractos en experiencias concretas, promoviendo una comprensión más profunda a través de la experimentación y la manipulación física.

Uno de los mayores desafíos en el aprendizaje de matemáticas, y en particular del álgebra lineal, es la abstracción de sus conceptos. Makey-Makey facilita la comprensión al permitir que los estudiantes creen representaciones físicas de ecuaciones y sistemas lineales. Por ejemplo, pueden construir circuitos eléctricos en los que cada componente represente una variable, modificando la conductividad de los materiales para visualizar cómo cambian las soluciones de un sistema de ecuaciones. Esto se alinea con la teoría del aprendizaje significativo de Ausubel (2000), que enfatiza la necesidad de vincular nuevos conocimientos con estructuras cognitivas previas para facilitar su retención.

Estudios comparativos han analizado la efectividad de Makey-Makey frente a otras herramientas interactivas en el aprendizaje de matemáticas. Investigaciones como las de Pérez y Gómez (2019) han demostrado que los estudiantes que emplean Makey-Makey en actividades algebraicas muestran una mejora del 25% en la resolución de problemas en comparación con aquellos que utilizan únicamente software como GeoGebra. Este incremento se atribuye a la interactividad física y a la conexión sensorial que facilita la comprensión de relaciones matemáticas abstractas.

## Figura 2

*Makey-Makey*



*Nota.* La figura representa la herramienta tecnológica interactiva Makey-Makey, Recuperado de: <https://ja-bots.com/producto/makey-makey-transforma-objetos-en-controladores-creativos>

Además de su impacto en el aprendizaje de matemáticas, Makey-Makey fomenta competencias transversales esenciales como la creatividad, el pensamiento crítico y la resolución de problemas. Su aplicación interdisciplinaria permite la integración de áreas como el arte y la



tecnología, ya que los estudiantes pueden diseñar interfaces personalizadas para modelar ecuaciones a través de sonidos, imágenes o movimientos, promoviendo un enfoque más holístico del aprendizaje (González et al., 2021).

La implementación de Makey-Makey en la enseñanza de conceptos matemáticos abstractos ofrece una alternativa innovadora y efectiva para mejorar la comprensión y la motivación de los estudiantes. Su combinación de interactividad física, aplicación interdisciplinaria y evidencia empírica lo posiciona como una herramienta clave en la educación matemática moderna.

#### ***1.4.2. Antecedentes de Investigación sobre la Enseñanza con Makey-Makey***

Diversos estudios han explorado el uso de Makey-Makey en la enseñanza de Matemáticas, destacando su efectividad en aumentar la motivación y participación de los estudiantes. Las experiencias previas indican que el uso de este dispositivo puede facilitar una comprensión más profunda de conceptos matemáticos, al permitir que los “estudiantes interactúen físicamente con el contenido. Sin embargo, también se han identificado desafíos en su implementación, como la necesidad de formación docente y la disponibilidad de recursos” (Torres, 2022, p. 89).

- Revisión de estudios que han aplicado Makey-Makey en el aprendizaje de Matemáticas

Diversos estudios han explorado la integración de Makey-Makey en la enseñanza de las matemáticas, destacando su potencial para transformar objetos cotidianos en interfaces interactivas. Esta herramienta “facilita la creación de experiencias de aprendizaje prácticas permitiendo a los estudiantes interactuar físicamente con conceptos matemáticos abstractos y mejorando su comprensión y retención” (González, 2020, p. 58).

- Beneficios observados en la motivación y participación de los estudiantes

La implementación de Makey-Makey en entornos educativos ha “mostrado un aumento significativo en la motivación y participación de los estudiantes. Al involucrarse en actividades prácticas y creativas, los alumnos se sienten más comprometidos con el proceso de aprendizaje, lo que conduce a una mayor interacción y colaboración en el aula” (López, 2019, p. 112).

- Desafíos y limitaciones en su implementación

A pesar de sus beneficios, la integración de Makey-Makey en la educación enfrenta “desafíos como la necesidad de formación docente adecuada, la disponibilidad de recursos y la adaptación de los planes de estudio tradicionales para incorporar tecnologías innovadoras de manera efectiva” (Martínez, 2021, p. 75).



- Relación entre Interactividad y Rendimiento Académico

El uso de actividades interactivas y herramientas tecnológicas tiene un impacto directo en el rendimiento académico de los estudiantes. El aprendizaje activo facilita la conexión entre la teoría y la práctica, lo que mejora la comprensión conceptual. De acuerdo con el modelo TPACK (Mishra & Koehler, 2006), la integración de tecnología, pedagogía y contenido permite diseñar experiencias educativas que son tanto efectivas como atractivas para los estudiantes.

Estudios previos han mostrado que el uso de tecnologías interactivas, como las plataformas digitales y los dispositivos de entrada como Makey-Makey, puede mejorar significativamente la comprensión de conceptos abstractos, como los que se encuentran en álgebra lineal, al proporcionar representaciones tangibles de las ecuaciones y gráficos.

**Tabla 1**

*Impacto de herramientas interactivas en el aprendizaje del álgebra lineal*

Variable Evaluada	Porcentaje de Estudiantes Afectados	Observaciones
Mejora del Rendimiento Académico	85%	Incremento promedio de 1.2 puntos en calificaciones.
Reducción de la Ansiedad Matemática	65%	Reducción en reportes de estrés durante las evaluaciones.
Incremento en la Motivación	78%	Mayor participación en actividades interactivas.
Facilidad para Comprender Conceptos Abstractos	72%	Mejor desempeño en ejercicios prácticos y problemas complejos.

*Nota.* Datos basados en investigaciones previas y observaciones en contextos educativos que integran Makey-Makey.

### 1.4.3. Justificación de Makey-Makey en la Enseñanza del Álgebra Lineal

Makey-Makey se justifica en la enseñanza del álgebra lineal debido a su capacidad para transformar conceptos abstractos en experiencias tangibles, lo que facilita la comprensión y el aprendizaje experiencial. A menudo, los estudiantes enfrentan dificultades para visualizar y manipular ecuaciones lineales, vectores y matrices de manera intuitiva. Mediante el uso de Makey-Makey, los alumnos pueden interactuar físicamente con estos conceptos al construir representaciones concretas y manipulables de ecuaciones, permitiéndoles desarrollar una



comprensión más profunda y significativa. “Esta herramienta promueve la conexión entre teoría y práctica, ayudando a los estudiantes a ver la relevancia del álgebra en situaciones cotidianas y mejorando su motivación y desempeño académico” (González, 2023, p. 50).

- Relación entre Makey-Makey y el aprendizaje de ecuaciones lineales

Makey-Makey posibilita que los estudiantes representen ecuaciones lineales a través de circuitos interactivos y objetos cotidianos, convirtiendo la abstracción matemática en una experiencia sensorial. Por ejemplo, al asociar diferentes valores de una ecuación con sensores físicos, los estudiantes pueden experimentar en tiempo real cómo los cambios en los coeficientes afectan el comportamiento de una ecuación. Además, permite representar sistemas de ecuaciones con múltiples variables mediante circuitos eléctricos en los que cada conexión representa una relación matemática distinta. “Esta interacción tangible facilita la comprensión de conceptos abstractos al proporcionar experiencias prácticas que conectan la teoría con aplicaciones reales” (Pérez, 2022, p. 89).

- Potencial del dispositivo para favorecer la experimentación y el aprendizaje experiencial

El uso de Makey-Makey en el aula promueve la experimentación activa al permitir a los estudiantes manipular objetos físicos para explorar conceptos algebraicos de manera intuitiva. Esto es particularmente útil en la enseñanza del álgebra lineal, ya que conceptos como la dependencia lineal, la transformación de matrices y los espacios vectoriales pueden visualizarse de manera interactiva. A través de proyectos creativos, los estudiantes pueden construir modelos físicos de representaciones matemáticas y probar distintas configuraciones para comprender sus efectos. Esta metodología fomenta el aprendizaje experiencial al involucrar a los estudiantes en la resolución de problemas reales, aumentando su motivación y retención de conocimientos.

- Conexión con los objetivos de la investigación

El uso de Makey-Makey en la enseñanza del álgebra lineal está alineado con los objetivos de la investigación, particularmente en lo que respecta a mejorar la comprensión conceptual y el rendimiento académico de los estudiantes. Al hacer tangible lo abstracto, Makey-Makey permite a los alumnos construir su conocimiento de manera progresiva y significativa. Este enfoque contribuye al desarrollo de habilidades de pensamiento crítico y resolución de problemas,



elementos esenciales para el aprendizaje del álgebra. Además, la integración de esta herramienta en el aula favorece un ambiente de aprendizaje colaborativo, impulsando la interacción social y el trabajo en equipo, lo que refuerza los principios del constructivismo social de Vygotsky y el modelo TPACK.

En este capítulo se han abordado los fundamentos teóricos que sustentan el uso de Makey-Makey en la enseñanza del álgebra lineal, destacando su papel en la transformación de conceptos abstractos en experiencias tangibles y en la promoción del aprendizaje experiencial. La integración de esta herramienta se justifica a través de modelos teóricos como el Aprendizaje Significativo de Ausubel, el Constructivismo Social de Vygotsky y el modelo TPACK, que enfatizan la necesidad de vincular tecnología, pedagogía y contenido en el proceso educativo. Asimismo, se ha analizado cómo Makey-Makey permite superar las dificultades comunes en la enseñanza del álgebra lineal, facilitando la manipulación interactiva de ecuaciones y conceptos matemáticos.

Desde una perspectiva metodológica, la fundamentación teórica presentada respalda la validez de esta estrategia pedagógica, proporcionando un marco para su implementación en el aula y la evaluación de su impacto en el aprendizaje de los estudiantes. En futuras investigaciones, será crucial medir el efecto de Makey-Makey en el rendimiento académico y la comprensión conceptual, así como explorar nuevas formas de integración de esta tecnología en distintos niveles educativos y disciplinas matemáticas.

### **1.5. Sustento Normativo de la Integración de TIC en el Sistema Educativo Ecuatoriano**

La integración de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en los procesos educativos en el Ecuador se encuentra respaldada por un conjunto de disposiciones constitucionales, legales y programáticas que no solo legitiman su incorporación, sino que la promueven activamente como parte de un enfoque integral de transformación pedagógica. Este sustento normativo es clave para justificar investigaciones como la presente, que proponen el uso de herramientas tecnológicas interactivas —como Makey-Makey— en el aula, con el objetivo de potenciar la comprensión conceptual y la actitud hacia el aprendizaje en áreas tradicionalmente complejas, como el Álgebra Lineal.

En primer lugar, la Constitución de la República del Ecuador (2008) reconoce en su artículo 26 que la educación es un derecho fundamental y un deber ineludible del Estado. Asimismo, el artículo 27 establece que la educación debe orientarse al desarrollo de capacidades individuales y



colectivas, fomentando el pensamiento crítico, el aprendizaje autónomo y la aplicación de la ciencia, la tecnología y la innovación. Esta disposición constituye un principio rector para iniciativas educativas que busquen integrar tecnologías emergentes como medio para fortalecer los aprendizajes y la equidad educativa.

Complementariamente, el Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, la Creatividad y la Innovación (COESC+i), vigente desde 2016, define a las TIC como herramientas estratégicas para el desarrollo del sistema educativo, promoviendo su incorporación para la innovación pedagógica, la generación de conocimiento y la transformación social del entorno educativo. Este marco legal enfatiza la necesidad de que las instituciones educativas generen propuestas que articulen tecnología, investigación y pertinencia curricular.

En el ámbito de la educación superior, el Reglamento de Régimen Académico del Consejo de Educación Superior (CES), actualizado en 2023, establece de forma explícita la obligación de integrar metodologías activas, colaborativas e innovadoras, apoyadas en medios digitales. Se resalta que la planificación curricular debe incorporar competencias digitales tanto para docentes como para estudiantes, con énfasis en la utilización crítica y creativa de tecnologías. Esta disposición respalda la pertinencia del diseño e implementación de estrategias como la aquí propuesta, orientadas a la transformación didáctica del aula mediante recursos interactivos como Makey-Makey.

Desde una perspectiva de política pública, el Plan Nacional de Desarrollo 2021–2025 (Plan de Creación de Oportunidades) promueve la transformación digital del sistema educativo ecuatoriano como una de sus metas estratégicas. Este plan reconoce el papel de las TIC en la mejora de la calidad educativa, y en la reducción de brechas de aprendizaje mediante entornos de enseñanza más flexibles, personalizados e inclusivos. Asimismo, tanto el Ministerio de Educación como el Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información (MINTEL) han generado lineamientos y programas específicos para el fortalecimiento de competencias digitales docentes y la incorporación de recursos tecnológicos en la educación básica, media y superior.

En conjunto, este marco legal y programático no solo habilita, sino que impulsa la incorporación de tecnologías digitales en las prácticas pedagógicas, orientando a las instituciones educativas a explorar nuevas formas de enseñar, aprender y evaluar. La presente investigación, centrada en la implementación de una estrategia pedagógica interactiva con Makey-Makey para la



enseñanza de Álgebra Lineal, se encuentra plenamente alineada con estos principios normativos, y contribuye al desarrollo de experiencias educativas innovadoras, sostenidas en el derecho a una educación de calidad y a la democratización del acceso al conocimiento.

### 1.6 Conclusiones Parciales del Capítulo

El desarrollo del capítulo 1 permitió establecer con claridad el sustento conceptual, contextual y normativo de la presente investigación. A partir del análisis realizado, se derivan las siguientes conclusiones parciales:

1. La enseñanza del Álgebra Lineal, en especial de las ecuaciones lineales, continúa representando un desafío en el nivel superior técnico, debido a su nivel de abstracción y a las metodologías tradicionales que predominan en el aula. Estas dificultades repercuten negativamente tanto en la comprensión conceptual como en la actitud del estudiantado hacia la asignatura.

2. La integración de tecnologías interactivas accesibles, como Makey-Makey, responde a enfoques pedagógicos contemporáneos que promueven el aprendizaje significativo, la resolución de problemas, la participación activa y el trabajo colaborativo. Estas estrategias resultan especialmente valiosas para abordar contenidos matemáticos abstractos desde una dimensión tangible y experiencial.

3. La revisión de literatura especializada demuestra que existen antecedentes favorables sobre el uso de Makey-Makey y otras herramientas similares en el ámbito educativo, aunque su aplicación en la enseñanza del Álgebra Lineal aún se encuentra en fase exploratoria. Esto justifica la relevancia y novedad de esta investigación, en tanto contribuye a un campo emergente con evidencia empírica situada.

4. El contexto institucional, caracterizado por la presencia de dificultades generalizadas en el aprendizaje del Álgebra y una actitud poco favorable de los estudiantes hacia la asignatura, ofrece condiciones pertinentes para la implementación y evaluación de una estrategia didáctica alternativa que articule lo conceptual con lo lúdico, lo simbólico con lo concreto.

5. Finalmente, el marco legal ecuatoriano —a través de la Constitución, el COESC+i, el Reglamento del CES y los lineamientos del Plan Nacional de Desarrollo— brinda un respaldo normativo explícito a la integración de TIC en los procesos de enseñanza-aprendizaje, favoreciendo el diseño, implementación y evaluación de propuestas innovadoras que contribuyan a la mejora de la calidad educativa y la equidad en el acceso al conocimiento.



## CAPÍTULO 2: METODOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN Y ESTUDIO DIAGNÓSTICO

### 2.1 Conceptualización y Operacionalización de las Variables

Las variables de esta investigación se definen y operacionalizan en función de la implementación de actividades interactivas con Makey Makey para mejorar el aprendizaje de álgebra en el Instituto Superior Tecnológico Vida Nueva. Su estructuración permitirá evaluar cómo el uso de esta herramienta influye en la comprensión de conceptos algebraicos, la motivación de los estudiantes y el desarrollo de habilidades en el área.

**Tabla 2**

*Conceptualización y Operacionalización de las Variables*

Variable	Definición	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos de Recolección
<b>Variable Independiente:</b> Estrategia pedagógica basada en actividades interactivas utilizando Makey-Makey	Diseño e implementación de una estrategia de enseñanza que integra actividades interactivas con Makey-Makey para la resolución de ecuaciones lineales en Álgebra Lineal.	<b>Fundamentación teórica:</b> Relación entre el uso de herramientas digitales y la enseñanza del Álgebra Lineal.  <b>Diseño de actividades:</b> Calidad pedagógica y pertinencia de las actividades propuestas.  <b>Viabilidad tecnológica:</b> Factibilidad de	<b>Fundamentación teórica:</b> Coherencia entre los principios teóricos y el diseño de la estrategia.  <b>Calidad de las actividades:</b> Nivel de alineación con los objetivos de aprendizaje y claridad de la propuesta.  <b>Viabilidad tecnológica:</b>	<b>Revisión documental:</b> Análisis de estudios previos sobre Makey-Makey en educación matemática.  <b>Observación estructurada:</b> Registro de la implementación de la estrategia en el aula.  <b>Encuestas a estudiantes:</b> Percepción



		implementación en el contexto educativo.	Disponibilidad de infraestructura, facilidad de implementación y accesibilidad para los estudiantes.	sobre la claridad, utilidad y viabilidad de las actividades.
<p><b>Variable Dependiente:</b></p> <p>Influencia de la estrategia pedagógica en el aprendizaje de ecuaciones lineales</p>	<p>Evaluación de los efectos de la estrategia en la comprensión conceptual, el rendimiento académico y la actitud de los estudiantes hacia el aprendizaje del Álgebra Lineal</p>	<p><b>Rendimiento académico:</b></p> <p>Aprendizaje en resolución de ecuaciones lineales.</p> <p><b>Comprensión conceptual:</b></p> <p>Aplicación y explicación de conceptos de Álgebra Lineal.</p> <p><b>Motivación y percepción:</b></p> <p>Actitud frente al aprendizaje con Makey-Makey.</p>	<p><b>Rendimiento académico:</b></p> <p>Comparación de calificaciones entre grupo experimental y grupo control.</p> <p><b>Comprensión conceptual:</b></p> <p>Resultados de pruebas específicas sobre ecuaciones lineales.</p> <p><b>Actitud y motivación:</b></p> <p>Cambios en la percepción de los estudiantes antes y después de la intervención.</p>	<p><b>Pruebas diagnósticas y finales:</b></p> <p>Miden comprensión y rendimiento.</p> <p><b>Encuestas Likert:</b></p> <p>Evalúan la percepción estudiantil.</p> <p><b>Observaciones:</b></p> <p>Registran participación y compromiso.</p> <p><b>Análisis comparativo:</b></p> <p>Aplica prueba t para medir mejoras académicas.</p>

*Nota.* La tabla representa las variables con sus dimensiones, indicadores e instrumentos.



## 2.2 Enfoque de la Investigación

La investigación sigue un enfoque mixto, integrando datos cuantitativos y cualitativos.

Se consideran datos cuantitativos para medir el impacto de las actividades interactivas diseñadas con Makey-Makey en el rendimiento académico de los estudiantes, evaluando su desempeño a través de pruebas estructuradas. Por otro lado, el enfoque cualitativo permite analizar la percepción y comprensión de los estudiantes sobre las actividades implementadas, explorando su experiencia y nivel de compromiso mediante entrevistas y observaciones. Este enfoque integral garantiza una visión más completa de los efectos pedagógicos y las implicaciones del uso de Makey-Makey en el aprendizaje del álgebra.

## 2.3 Alcance de la Investigación

La investigación es de tipo aplicada con un alcance descriptivo, ya que tiene como objetivo principal analizar las características y efectos del uso de Makey-Makey en el aprendizaje del álgebra lineal. Este enfoque permite examinar cómo la implementación de actividades interactivas basadas en esta tecnología influye en la experiencia de los estudiantes, identificando patrones, percepciones y posibles beneficios sin establecer relaciones de causa y efecto. Al centrarse en describir y documentar el impacto de estas estrategias pedagógicas, la investigación proporciona información clave para su aplicación en el ámbito educativo.

## 2.4 Declaración y Justificación del Tipo de Investigación

- Tipo: De campo, cuasi-experimental.
- Temporalidad: Longitudinal, dado que la investigación contempla la observación de los mismos estudiantes a lo largo de un periodo determinado (junio 2024 – enero 2025), lo que permite registrar cambios y efectos progresivos en la comprensión de ecuaciones lineales, el rendimiento académico y la actitud hacia el aprendizaje, antes y después de la implementación de la estrategia pedagógica.
- Justificación: Este tipo de estudio posibilita una evaluación más precisa del impacto de las actividades interactivas con Makey-Makey, al comparar los resultados del grupo experimental con los del grupo de control en distintos momentos del proceso formativo. De este modo, se identifican transformaciones sostenidas en el aprendizaje, producto de la intervención pedagógica, y no simplemente asociaciones puntuales observadas en un único corte temporal.



- ***De Campo***

Significa que los datos se recogen directamente en el lugar donde ocurren los fenómenos de interés, en este caso, el entorno educativo del Instituto Superior Tecnológico Vida Nueva. Esto implica interactuar con los participantes (estudiantes y docentes) en su contexto natural, como las aulas o laboratorios, para obtener datos en tiempo real y de manera directa.

- ***Cuasi-experimental***

El diseño cuasi-experimental se justifica por la imposibilidad de asignación aleatoria de los grupos, lo cual no impide evaluar el efecto de la estrategia mediante pruebas pretest y posttest comparativas entre grupo control y experimental. En este caso, se divide a los estudiantes en dos grupos:

**Grupo Experimental.** El grupo experimental se considera a los estudiantes que utilizan la herramienta Makey-Makey para actividades interactivas.

Se ha seleccionado el curso de la asignatura Álgebra, en el cual se empezó con ecuaciones y se explicó el uso de la herramienta para su interacción.

**Grupo de Control.** El grupo de control son los estudiantes que siguen métodos tradicionales de aprendizaje sin usar dicha herramienta.

## **2.5 Métodos Empleados**

### **Métodos Teóricos**

Se empleará el análisis bibliográfico y documental para sustentar teóricamente el uso de herramientas interactivas en la enseñanza de Matemáticas, con especial énfasis en Makey-Makey y su aplicación en el aprendizaje de álgebra lineal. Además, se analizarán enfoques pedagógicos innovadores que favorecen la enseñanza de conceptos abstractos mediante tecnologías digitales.

### **Métodos Empíricos**

- Encuestas: Se aplicarán encuestas a estudiantes del Instituto Superior Tecnológico Vida Nueva para diagnosticar las dificultades en el aprendizaje del Álgebra Lineal, la familiaridad con herramientas digitales y las estrategias de enseñanza percibidas como más efectivas.



- Observación directa: Se registrarán dinámicas de enseñanza y participación estudiantil en clases con y sin el uso de Makey-Makey, con el objetivo de analizar diferencias en la interacción con los contenidos.
- Pruebas diagnósticas y de desempeño: Se administrarán pruebas estructuradas antes y después de la implementación de las actividades interactivas para evaluar la comprensión conceptual y el rendimiento académico en ecuaciones lineales.

### **Métodos Estadísticos y de Análisis de Datos**

- Estadística descriptiva e inferencial: Se utilizarán pruebas de comparación de medias (como la prueba t de Student) para analizar el impacto de las actividades interactivas en el rendimiento académico entre el grupo experimental y el grupo de control.
- Análisis cualitativo: Se examinarán las respuestas abiertas de las encuestas y los registros de observación para identificar patrones en la percepción y actitud de los estudiantes hacia el aprendizaje del Álgebra Lineal con Makey-Makey.

Esta combinación de métodos permitirá obtener un panorama integral sobre la efectividad de las actividades interactivas y su impacto en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

## **2.6 Delimitación de la Población y Muestra**

### ***Población***

La población de estudio está conformada por los estudiantes de primer nivel del Instituto Superior Tecnológico Vida Nueva (ver Anexo 3) que cursan la asignatura de Álgebra Lineal. Se selecciona este grupo debido a que enfrentan dificultades recurrentes en la comprensión de conceptos algebraicos fundamentales, lo que justifica la necesidad de implementar estrategias pedagógicas innovadoras. Además, la alta tasa de reprobación y deserción en esta materia resalta la importancia de evaluar metodologías alternativas que puedan mejorar el aprendizaje.

### ***Muestra***

La muestra estará conformada por 52 estudiantes del primer nivel del Instituto Superior Tecnológico Vida Nueva, quienes cursan la asignatura de Álgebra Lineal durante el periodo junio 2024 – enero 2025. Estos serán organizados en dos grupos equivalentes de 26 estudiantes cada uno: un grupo experimental, que participará en la implementación de la estrategia pedagógica basada en



Makey-Makey, y un grupo de control, que continuará con la metodología tradicional. Además, se incluirán en el estudio 2 docentes responsables de la asignatura, a fin de recabar información complementaria sobre el contexto pedagógico y las prácticas de enseñanza.

El tipo de muestreo empleado será no probabilístico intencional, ya que se seleccionará a la totalidad de los estudiantes disponibles que integran los paralelos correspondientes a la asignatura en el semestre indicado. En este sentido, la muestra coincide plenamente con la población objetivo del estudio, lo que permite desarrollar un abordaje completo y contextualizado, representativo de la realidad institucional sobre la que se propone intervenir.

### ***2.6.1 Tipo de Muestreo y Justificación***

El estudio empleará un muestreo no probabilístico intencional, ya que se trabajará con la totalidad de los estudiantes matriculados en la asignatura de Álgebra Lineal del primer nivel del Instituto Superior Tecnológico Vida Nueva, durante el periodo académico junio 2024 – enero 2025. Esta población conforma simultáneamente la muestra de la investigación, por lo que no se realiza selección aleatoria ni reducción del universo de análisis.

La elección de este tipo de muestreo responde a criterios de accesibilidad, factibilidad operativa y adecuación institucional, ya que:

- Los grupos de estudiantes ya están definidos administrativamente, lo que permite respetar la organización académica existente y evitar reasignaciones artificiales.
- La totalidad del universo relevante está incluida en el estudio, lo que garantiza la representatividad plena de la población objetivo.
- Esta estrategia permite implementar el diseño cuasi-experimental mediante la asignación natural de los paralelos al grupo experimental y al grupo de control.

Si bien el muestreo no probabilístico limita la posibilidad de generalizar los resultados a otras instituciones, no compromete la validez interna del estudio, dado que se trabaja sobre la población completa que cumple con los criterios de inclusión definidos en el diseño.

Si bien el muestreo no probabilístico limita la generalización de los resultados a una población más amplia, se considera adecuado para evaluar la viabilidad y efectividad de la intervención en un contexto educativo específico, proporcionando información valiosa para futuras investigaciones con muestras más amplias y representativas.

## **2.7 Estrategia Metodológica Investigativa**



La investigación se divide en las siguientes etapas:

### ***Estudio Teórico***

Se sistematizan los fundamentos del uso de Makey-Makey en educación, estableciendo el marco conceptual para el diseño de actividades interactivas.

### ***Diagnóstico Inicial***

Se aplican pruebas y encuestas iniciales para evaluar el rendimiento académico y las percepciones de los estudiantes sobre el álgebra.

### ***Modelación de la Propuesta***

Se diseñan actividades interactivas que integran Makey-Makey, basadas en los resultados del diagnóstico inicial y los principios constructivistas.

### ***Validación de la Propuesta***

Las actividades diseñadas se implementan en el grupo experimental, y se compara el rendimiento académico antes y después de la intervención, así como entre el grupo experimental y el control.

**Tabla 3**

*Etapas de la estrategia metodológica investigativa*

<b>Etapa</b>	<b>Descripción</b>	<b>Resultados Esperados</b>
<b>Estudio Teórico</b>	Sistematización de los fundamentos del uso de Makey-Makey en educación y diseño conceptual de actividades.	Marco conceptual sólido que sustente el diseño de las actividades interactivas.
<b>Diagnóstico Inicial</b>	Aplicación de pruebas y encuestas para identificar el nivel académico y actitudes hacia el álgebra.	Identificación de dificultades y necesidades específicas de los estudiantes.
<b>Modelación de la Propuesta</b>	Diseño de actividades interactivas basadas en Makey-Makey, considerando principios pedagógicos y resultados diagnósticos.	Actividades diseñadas que sean adecuadas y relevantes para las necesidades del grupo objetivo.
<b>Validación de la Propuesta</b>	Implementación de actividades en el grupo experimental y	Evidencia de la efectividad de las actividades interactivas



	análisis comparativo del rendimiento académico.	mediante análisis cuantitativos y cualitativos.
--	---	---

*Nota.* La tabla resume las etapas clave de la investigación y destaca sus objetivos y resultados esperados.

## 2.8 Resultados del Diagnóstico Inicial

### 2.8.1 Análisis de las Encuestas

#### Sección 1: Datos Generales

Se aplicaron encuestas mediante Google Forms a un total de 52 estudiantes, estructuradas en cuatro secciones. La primera sección estuvo orientada a recopilar información general de los participantes, con el objetivo de conocer aspectos como la edad, el género, la carrera que cursan y experiencia previa con la asignatura de Álgebra Lineal. A continuación, se detallan las preguntas.

1. Edad: \_\_\_ años
2. Género:
  - Masculino
  - Femenino
  - Prefiero no decirlo
3. Carrera que cursa: \_\_\_\_\_
4. ¿Has cursado previamente Álgebra Lineal?
  - Sí
  - No

**Figura 3.**

*Edad*



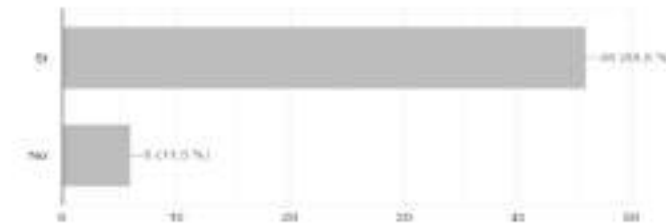




El 9.6 % de los estudiantes pertenece a la carrera de Enfermería. Además, se observa que los encuestados provienen de diversas carreras, lo cual es positivo, ya que Álgebra Lineal es una asignatura común para todas ellas y favorece el desarrollo de procedimientos lógicos necesarios en distintas disciplinas.

### Figura 6

*Ha cursado previamente Álgebra Lineal*



*Nota.* El 88.5 % de los estudiantes han cursado o están cursando actualmente la asignatura de Álgebra Lineal.

Es un porcentaje considerable de estudiantes que ya han cursado la asignatura, lo cual representa un aspecto favorable para la implementación de la herramienta Makey Makey, ya que facilita la aplicación de actividades interactivas basadas en conocimientos previos.

## Sección 2: Dificultades en el Aprendizaje del Álgebra Lineal

Esta sección está diseñada para identificar y analizar las principales dificultades que enfrentan los estudiantes en el aprendizaje de Álgebra Lineal. A través de preguntas específicas, se busca conocer la percepción del nivel de dificultad, los desafíos más comunes y los métodos de enseñanza que los estudiantes consideran más efectivos. Por ejemplo, algunas de las preguntas incluyen:

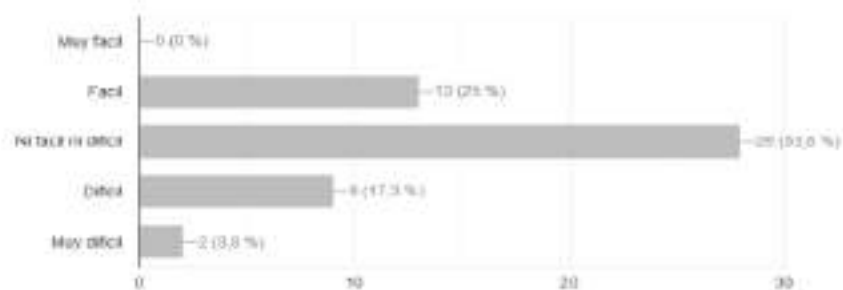
5. ¿Cómo evaluarías tu nivel de dificultad en el aprendizaje de Álgebra Lineal?
  - Muy fácil
  - Fácil
  - Ni fácil ni difícil
  - Difícil



- Muy difícil
6. ¿Cuáles consideras que son los principales desafíos que enfrentas en esta materia?  
(Puedes marcar más de una opción)
- Dificultad para comprender conceptos abstractos
  - Falta de conexión con aplicaciones prácticas
  - Métodos de enseñanza poco dinámicos
  - Falta de recursos didácticos innovadores
  - Poco tiempo de práctica
  - Otras (especificar)
7. ¿Qué métodos de enseñanza te han resultado más efectivos para aprender Álgebra Lineal?
- Clases expositivas del profesor
  - Resolución de ejercicios individuales
  - Aprendizaje mediante herramientas digitales
  - Trabajo en grupo y resolución de problemas colaborativos
  - Otras (especificar)

**Figura 7**

*Nivel de dificultad*



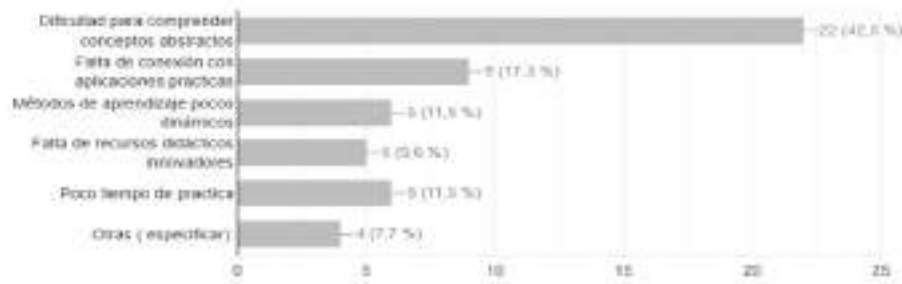
*Nota.* Se observa En cuanto al nivel de dificultad en el aprendizaje de Álgebra Lineal, la mayoría de los estudiantes indicó que su experiencia es “ni fácil ni difícil”.

En cuanto al nivel de dificultad en el aprendizaje de Álgebra Lineal, la mayoría de los estudiantes (53.8 %) indicó que su experiencia es “ni fácil ni difícil”, lo que sugiere una percepción neutral respecto al grado de complejidad de la materia. Sin embargo, esta percepción debe ser contrastada con los resultados obtenidos en la prueba estandarizada, donde se identificaron debilidades en la resolución de ecuaciones y el manejo de conceptos fundamentales.

Asimismo, las observaciones de clase evidenciaron baja participación activa y dependencia del docente para resolver ejercicios, lo cual indica que, a pesar de su percepción, existen desafíos reales en la comprensión de los contenidos. Este contraste refuerza la necesidad de implementar herramientas didácticas innovadoras como Makey Makey para fomentar una mayor comprensión y motivación en el aprendizaje del Álgebra Lineal.

### Figura 8

#### *Desafíos en la materia*

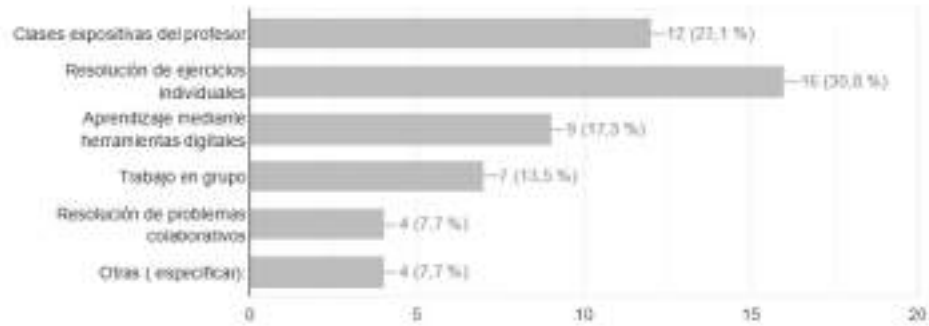


*Nota.* Se observa un porcentaje significativo del 42.3 % de estudiantes que manifiestan tener dificultades para comprender conceptos abstractos.

Un porcentaje considerable de estudiantes (42.3 %) expresó tener dificultades para comprender conceptos abstractos. Este resultado resalta la necesidad de implementar estrategias didácticas más dinámicas y visuales, como el uso de la herramienta Makey Makey, que puede facilitar la comprensión mediante la interacción práctica y el aprendizaje experimental.

### Figura 8

#### *Métodos de enseñanza efectivos*



*Nota.* Se observa que, entre los métodos de enseñanza considerados más efectivos para el aprendizaje del Álgebra Lineal, destaca la resolución de ejercicios individuales.

Según los resultados, el 30.8 % de los estudiantes considera que la resolución de ejercicios individuales es uno de los métodos más efectivos para aprender Álgebra Lineal. Esta preferencia sugiere que los estudiantes valoran la práctica personal como una estrategia clave para afianzar los conocimientos en esta materia.

### Sección 3: Uso de Herramientas Digitales

La Sección 3 se enfoca en conocer el nivel de familiaridad de los estudiantes con herramientas digitales aplicadas a la educación, especialmente en el área de Matemáticas. Las preguntas que componen esta sección son:

8. ¿Qué tan familiarizado/a estás con el uso de herramientas digitales en la educación?
  - Nada familiarizado/a
  - Poco familiarizado/a
  - Algo familiarizado/a
  - Bastante familiarizado/a
  - Muy familiarizado/a
9. ¿Has utilizado alguna vez herramientas interactivas para aprender Matemáticas?
  - Sí, con frecuencia
  - Sí, algunas veces
  - No, pero me gustaría
  - No, y no me interesa



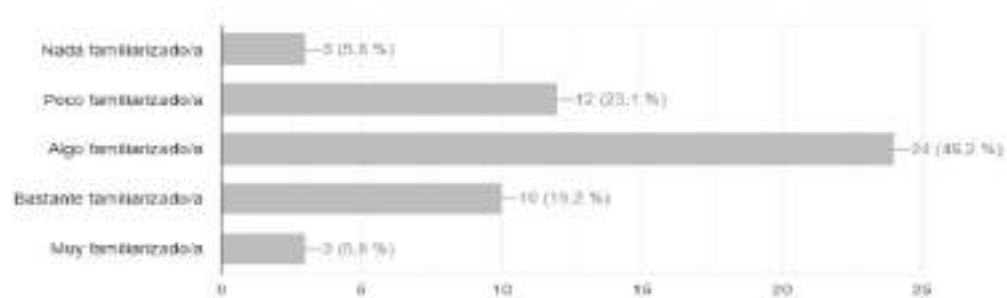
10. Antes de esta experiencia, ¿conocías Makey Makey?

Sí

No

### Figura 9

*Familiarizado con herramientas digitales*

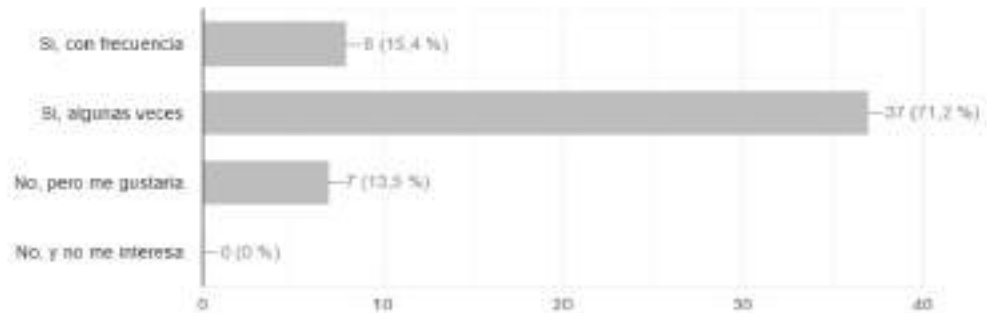


*Nota.* Un 46.2 % de los estudiantes manifestó estar familiarizado con el uso de herramientas digitales en la educación.

Los estudiantes manifestaron estar familiarizado con un porcentaje significativo del 46,2%, con el uso de herramientas digitales en la educación. Este dato indica que casi la mitad del grupo ya tiene cierto nivel de experiencia con recursos tecnológicos, lo cual podría facilitar la implementación de herramientas como Makey Makey en el proceso de aprendizaje del Álgebra Lineal.

### Figura 10

*Herramientas interactivas*

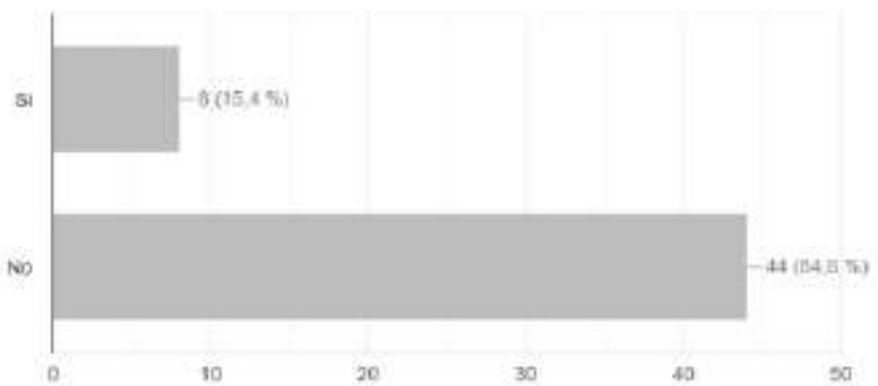


*Nota.* Se observa que la mayoría de los estudiantes respondieron que sí, algunas veces utilizaron herramientas interactivas.

Se observa que la mayoría de los estudiantes, con un 71.2 %, indicaron haber utilizado herramientas interactivas algunas veces, lo que refleja una experiencia previa moderada con este tipo de recursos educativos.

**Figura 11**

*Conocimiento de Makey-Makey*



*Nota.* Se observa que la mayoría de los estudiantes no tienen conocimiento de la herramienta Makey- Makey.

El 84.6 % de los estudiantes señaló no conocer la herramienta Makey Makey, lo que evidencia una baja familiaridad con este recurso. Esto resalta la importancia de introducir este tipo de tecnologías en el aula como una estrategia innovadora para fortalecer el aprendizaje del Álgebra Lineal.

## 2.9 Conclusiones Parciales del Capítulo 2: Diagnóstico Inicial



A partir del análisis de las encuestas aplicadas a los estudiantes del primer nivel del Instituto Superior Tecnológico Vida Nueva, se pueden establecer las siguientes conclusiones parciales que orientan y justifican la implementación de la propuesta pedagógica:

*Baja comprensión de los contenidos algebraicos básicos*

Una proporción significativa del estudiantado manifestó dificultades para comprender los conceptos fundamentales de Álgebra Lineal, especialmente en lo relativo a la resolución de ecuaciones lineales, la interpretación de términos algebraicos y la representación gráfica de funciones. Esta dificultad se traduce en inseguridad para abordar ejercicios y escasa autonomía para resolver problemas.

*Actitudes desfavorables hacia la asignatura*

Las respuestas muestran una percepción negativa o poco motivadora hacia el aprendizaje del Álgebra: más del 60 % de los estudiantes indicaron sentir desinterés, inseguridad o aburrimiento frente a los contenidos matemáticos, y asociaron la asignatura con exigencias difíciles de afrontar. Esto sugiere la necesidad de estrategias que modifiquen la experiencia subjetiva del aprendizaje matemático.

*Valoración positiva del uso de tecnología en el aula*

A pesar de las dificultades académicas, la mayoría de los estudiantes expresó interés en integrar herramientas digitales en el aprendizaje. Más del 80 % manifestó que la incorporación de recursos interactivos y actividades tecnológicas podría ayudarles a comprender mejor los contenidos y a aumentar su motivación.

*Preferencia por metodologías activas y colaborativas*

Los estudiantes valoraron positivamente las dinámicas grupales, el trabajo por proyectos y las actividades manipulativas. Esta disposición coincide con la lógica pedagógica de la propuesta basada en Makey-Makey, que combina el trabajo colaborativo con el aprendizaje experimental.

*Brecha entre la planificación docente y las expectativas estudiantiles*

Las respuestas sugieren que las metodologías tradicionales predominan en la enseñanza del Álgebra en la institución, y que los estudiantes perciben una escasa relación entre las clases y situaciones concretas o aplicaciones prácticas. Esta brecha se traduce en una desconexión entre lo enseñado y los modos en que los estudiantes construyen sentido sobre los contenidos.



UNIVERSIDAD  
BOLIVARIANA  
DEL ECUADOR

## TRABAJO DE TITULACIÓN

Estas conclusiones diagnostican el punto de partida del proceso de enseñanza-aprendizaje y confirman la pertinencia de implementar una estrategia pedagógica alternativa, capaz de transformar la experiencia escolar del Álgebra desde una lógica más lúdica, interactiva y significativa.



## CAPÍTULO 3: PRESENTACIÓN Y VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA PEDAGÓGICA

### 3.1 Introducción al Capítulo

La enseñanza del Álgebra Lineal representa un desafío persistente en la educación superior, debido a la naturaleza abstracta de sus contenidos. Esta abstracción frecuentemente provoca una desconexión entre los conceptos teóricos y sus aplicaciones prácticas, lo que dificulta a los estudiantes trasladar estos principios a la resolución de problemas concretos. Como resultado, se observa una disminución del interés y la comprensión por parte del estudiantado. En este contexto, es necesario replantear las metodologías pedagógicas tradicionales y adoptar enfoques que, además de facilitar la comprensión, generen un compromiso más profundo con la materia.

La integración de herramientas tecnológicas se presenta como una estrategia prometedora para superar tales dificultades. Recursos como simulaciones interactivas o plataformas de aprendizaje adaptativo tienen el potencial de transformar la experiencia educativa al hacerla más atractiva y accesible. Estas tecnologías permiten a los estudiantes visualizar y experimentar con conceptos abstractos en un entorno virtual, cerrando así la brecha entre la teoría y la práctica.

En particular, Makey Makey —un dispositivo de interfaz física que convierte objetos cotidianos en entradas digitales— se destaca como una alternativa pedagógica innovadora para dinamizar el aprendizaje del Álgebra Lineal. Al ofrecer una interacción tangible y creativa con los conceptos matemáticos, esta herramienta promueve una comprensión más intuitiva, además de incrementar la motivación y el compromiso mediante actividades lúdicas y contextualizadas.

Este estudio tiene como propósito diseñar, implementar y validar una propuesta pedagógica innovadora basada en el uso estratégico de Makey Makey. El objetivo es mejorar la comprensión conceptual y el rendimiento académico en el tema de ecuaciones lineales, un eje fundamental dentro del Álgebra Lineal. La investigación se desarrollará con estudiantes de primer nivel del Instituto Superior Tecnológico Vida Nueva, proponiendo una solución práctica y adaptable a los desafíos observados.

### 3.2. Resultados del Diagnóstico Inicial

Para comprender mejor la naturaleza y el alcance de la problemática, se llevaron a cabo encuestas y pruebas diagnósticas con los estudiantes del Instituto. Los resultados de estas evaluaciones revelaron varios hallazgos clave:



### **Bajo Rendimiento**

Los estudiantes mostraron un bajo rendimiento general en ejercicios de resolución de sistemas de ecuaciones, lo que indica una falta de comprensión fundamental de los conceptos clave.

### **Dificultad de Interpretación**

Muchos estudiantes tuvieron dificultades para interpretar gráficamente las soluciones de ecuaciones lineales, lo que sugiere una falta de conexión entre la representación algebraica y la visualización geométrica.

### **Escaso Interés**

Se observó un bajo nivel de interés general por la asignatura de Álgebra Lineal, lo que puede estar relacionado con la percepción de la materia como abstracta, difícil y poco relevante para sus vidas.

### **Preferencia por Metodologías Prácticas**

Los estudiantes expresaron una clara preferencia por metodologías de enseñanza que sean más prácticas, visuales e interactivas, lo que sugiere que un enfoque más experimental y participativo podría ser más efectivo.

Estos hallazgos justifican la necesidad urgente de implementar estrategias pedagógicas innovadoras que integren recursos lúdicos, interactivos y tecnológicos como parte integral del proceso de enseñanza-aprendizaje. Estas estrategias deben estar diseñadas para abordar las dificultades específicas que enfrentan los estudiantes, fomentar su interés y motivación, y promover una comprensión más profunda y duradera de los conceptos de Álgebra Lineal.

## **3.3 Presentación y Justificación de la Estrategia Pedagógica**

### **3.3.1 Presentación de la Propuesta**

Considerando las dificultades derivadas de la abstracción del Álgebra Lineal, se propone una estrategia que integra el dispositivo Makey Makey mediante actividades interactivas que convierten objetos cotidianos en controladores digitales. Esta herramienta busca dinamizar el aprendizaje y aumentar la motivación y comprensión del tema “ecuaciones lineales” en estudiantes de primer nivel del Instituto Superior Tecnológico Vida Nueva (ver Anexo 5).

**Figura 12***Interfaz*

*Nota.* La imagen representa la herramienta para dinamizar el aprendizaje Makey-Makey, obtenida: <https://makeymakey.com/blogs/blog/makey-makey-in-the-math-classroom>

**3.3.2 Justificación de la Propuesta**

Los resultados del diagnóstico inicial evidencian bajo rendimiento, dificultades para interpretar gráficamente ecuaciones lineales, escaso interés en la materia y preferencia por metodologías prácticas y visuales. Estas necesidades justifican la integración de un recurso tecnológico interactivo que fomente la participación activa.

**3.3.3 Objetivos de la Propuesta*****Objetivo de la Investigación***

Establecer la relación entre las actividades interactivas diseñadas con Makey Makey y el rendimiento académico y la comprensión conceptual del Álgebra Lineal en estudiantes de primer nivel.

***Objetivo General***

Diseñar una estrategia pedagógica sustentada en el dispositivo Makey Makey para complementar el currículo tradicional de la asignatura de Álgebra Lineal en estudiantes de primer nivel.

***Objetivos Específicos de la Propuesta***

1. Favorecer la comprensión de las ecuaciones lineales de primer y segundo grado mediante la construcción de circuitos interactivos que ofrezcan retroalimentación inmediata al resolver ejercicios matemáticos.



2. Reforzar la simplificación de expresiones algebraicas a través de dinámicas de juego colaborativo que integren Makey-Makey como recurso de validación y estímulo visual.
3. Facilitar la representación gráfica de funciones lineales mediante actividades manipulativas que vinculen puntos en el plano cartesiano con objetos físicos conectados al dispositivo.
4. Promover la participación activa, el trabajo en equipo y el pensamiento lógico a través de experiencias lúdicas e inmersivas que articulen contenidos disciplinares con desafíos tecnológicos.
5. Demostrar la viabilidad didáctica y técnica de integrar Makey-Makey en la planificación docente, como complemento concreto al currículo de Álgebra Lineal en contextos de educación técnica superior.

#### **3.3.4. Fundamentación de la Propuesta**

La propuesta se sustenta en la neuroeducación y el aprendizaje significativo, donde los conocimientos nuevos se vinculan a estructuras previas (Novak & Gowin, 1988). La tecnología educativa, desde calculadoras hasta robótica, ha demostrado fomentar el aprendizaje activo y la resolución de problemas (Papert, 1980; Moreno & García, 2017). El constructivismo y el enfoque STEM apoyan la integración de Makey Makey, ya que permite experiencias multisensoriales para conceptos abstractos.

#### **Educación Matemática y Tecnología**

La integración de tecnologías en la educación matemática ha experimentado una evolución significativa a lo largo de las décadas, desde el uso de calculadoras simples hasta la adopción de entornos digitales sofisticados para la programación y la robótica educativa. Esta transformación ha sido impulsada por la creciente evidencia de que la tecnología puede desempeñar un papel crucial en la mejora de la calidad de la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas.

Diversas investigaciones, como las realizadas por Papert (1980) y Moreno & García (2017), han demostrado que la integración efectiva de la tecnología en el aula de matemáticas puede fomentar el aprendizaje activo, mejorar las habilidades de resolución de problemas y promover una comprensión más profunda y significativa de los conceptos matemáticos. Al proporcionar a los estudiantes herramientas interactivas y simulaciones visuales, la tecnología puede ayudar a hacer que las matemáticas sean más accesibles, relevantes y atractivas.

La tecnología educativa tiene la capacidad única de crear experiencias de aprendizaje multisensoriales que pueden ser particularmente útiles en el abordaje de temas abstractos y complejos como las ecuaciones lineales.

Al permitir a los estudiantes interactuar con los conceptos de manera tangible y visual, la tecnología puede ayudar a construir una comprensión más sólida y duradera. En este contexto, el aprendizaje constructivista, que enfatiza la construcción activa del conocimiento por parte del estudiante, y el enfoque STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas), que promueve la integración de estas disciplinas en el aula, sustentan la incorporación de herramientas como Makey Makey en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

### **El Dispositivo Makey Makey como Recurso Educativo**

Makey Makey es una placa electrónica versátil que permite conectar objetos físicos a una computadora, transformándolos en interfaces de entrada para teclado o mouse. Esta capacidad única abre un mundo de posibilidades creativas y educativas, permitiendo a los estudiantes interactuar con la tecnología de una manera innovadora y práctica.

### **Figura 13**

*Entorno de funcionamiento*



*Nota.* La imagen representa los comandos para el control de Makey - Makey.

A través de su integración con plataformas de programación visual como Scratch, Makey Makey permite a los estudiantes crear circuitos interactivos, diseñar juegos educativos y desarrollar simulaciones que dan vida a los conceptos matemáticos abstractos. Al experimentar con la creación de proyectos que combinan elementos físicos y digitales, los estudiantes pueden desarrollar habilidades de pensamiento computacional, resolución de problemas y creatividad.



Estudios previos realizados por Jiménez et al. (2020) y Parra & Acuña (2021) han demostrado que el uso de Makey Makey en entornos escolares puede aumentar significativamente la motivación de los estudiantes, fomentar la participación activa en el aprendizaje y promover el desarrollo del pensamiento computacional. En el contexto específico de las matemáticas, Makey Makey puede utilizarse para representar de forma tangible conceptos abstractos, permitiendo a los estudiantes visualizar y manipular ideas que de otro modo serían difíciles de comprender.

### ***3.3.5. Características de la Propuesta***

- Didáctica y metodológica, al integrar TIC en procesos de enseñanza-aprendizaje.
- Interactiva y lúdica, gracias al uso de Makey Makey.
- Flexible, permitiendo adaptaciones curriculares.
- Participativa, al involucrar a docentes y estudiantes en su validación y mejora

### ***3.3.6. Estructura y Dinámica de la Propuesta***

- Actividades didácticas con objetivos claros.
- Recursos tecnológicos y materiales accesibles.
- Procedimientos paso a paso para la aplicación de cada actividad.
- Instrumentos de evaluación cualitativa y cuantitativa.

### ***3.3.7. Actividades Interactivas Basadas en Makey Makey***

Las actividades propuestas se enfocan en la enseñanza de álgebra utilizando las capacidades de Makey Makey para permitir la interacción física y la resolución de problemas algebraicos. A continuación, se describen algunas de las actividades diseñadas para este propósito:

- Actividad 1: Resolución de Ecuaciones con Circuitos Interactivos

Objetivo: Ayudar a los estudiantes a resolver ecuaciones de primer y segundo grado mediante la creación de circuitos interactivos.

Descripción: Los estudiantes crearán circuitos utilizando materiales conductores (por ejemplo, lápices, frutas, o metales) conectados a Makey Makey. A medida que resuelven ecuaciones algebraicas, los estudiantes activarán distintos elementos en el circuito, como luces o sonidos, que se encenderán o reproducirán en función de la correcta resolución de las ecuaciones.

Beneficio: Esta actividad refuerza la comprensión de las ecuaciones algebraicas al proporcionar una retroalimentación inmediata y visual.



- Actividad 2: Juego Interactivo de Simplificación de Expresiones Algebraicas

Objetivo: Mejorar la capacidad de los estudiantes para simplificar expresiones algebraicas.

Descripción: Los estudiantes serán divididos en equipos y deberán resolver expresiones algebraicas que aparezcan en una pantalla. Al tocar diferentes objetos conectados a Makey Makey, los estudiantes elegirán las respuestas correctas para simplificar las expresiones. Si la respuesta es correcta, se activará una animación en la pantalla; si es incorrecta, los estudiantes recibirán una pista para encontrar la solución correcta.

Beneficio: La actividad fomenta la colaboración y el aprendizaje a través de la competencia amistosa mientras los estudiantes refuerzan conceptos algebraicos.

- Actividad 3: Creación de Funciones con Objetos Interactivos

Objetivo: Ayudar a los estudiantes a comprender y representar funciones algebraicas de manera visual.

Descripción: Los estudiantes usarán Makey Makey para conectar diferentes puntos en una gráfica de coordenadas. Al tocar un objeto (como una fruta) conectado a Makey Makey, se representará un punto en el gráfico y, al conectar varios puntos, los estudiantes podrán visualizar cómo se forma la función. De esta manera, comprenderán cómo las ecuaciones algebraicas se transforman en representaciones gráficas.

Beneficio: La visualización de funciones de forma interactiva permite a los estudiantes comprender de manera más concreta conceptos abstractos como la pendiente y la intersección de las funciones.

#### Tabla 4

*Tabla de actividades interactivas con Makey-Makey*

Sesión / Actividad	Contenido matemático	Actividad con Makey-Makey	Objetivo didáctico	Producto o resultado esperado
<b>1. Circuitos de ecuaciones</b>	Ecuaciones de primer y segundo grado	Construcción de circuitos interactivos con	Favorecer la resolución de ecuaciones	Circuitos funcionales y



		materiales conductores. Cada solución correcta activa luz o sonido.	mediante retroalimentación inmediata y tangible.	resolución de problemas.
<b>2. Juego de simplificación</b>	Simplificación de expresiones algebraicas	Juego por equipos: al tocar objetos conectados a respuestas posibles, el sistema valida y da pistas o estímulos.	Reforzar la simplificación algebraica a través de dinámicas colaborativas e interactivas.	Puntos acumulados por equipo y explicación de soluciones.
<b>3. Funciones interactivas</b>	Representación gráfica de funciones lineales	Activación de coordenadas mediante objetos conectados. Cada toque representa un punto en un gráfico digital.	Comprender cómo se construyen funciones a partir de relaciones algebraicas concretas.	

*Nota.* La tabla representa las actividades interactivas

### 3.4 Modelación de la Propuesta

La modelación de esta propuesta responde a un sistema de acción educativa centrado en el uso de recursos tecnológicos para transformar el aula tradicional en un entorno de aprendizaje activo. La propuesta se configura como un programa didáctico de intervención, con componentes estructurados que incluyen objetivos, metodología, actividades, recursos, instrumentos de evaluación y seguimiento.



En cuanto a su originalidad, se destaca el enfoque interdisciplinario que integra elementos de tecnología, matemática, creatividad y trabajo colaborativo. Esta propuesta no solo permite la comprensión de conceptos matemáticos, sino también el desarrollo de habilidades blandas como la comunicación, la resolución de problemas y el trabajo en equipo.

## Metodología Didáctica

### Enfoque

La metodología didáctica se basa en el enfoque constructivista, que enfatiza la construcción activa del conocimiento por parte del estudiante a través de la experimentación, la exploración y la reflexión.

### Modalidad

Las actividades se llevarán a cabo en talleres semanales, con una duración de seis semanas. Cada taller estará diseñado para abordar un tema específico de ecuaciones lineales, utilizando Makey Makey como herramienta principal para la exploración y el aprendizaje.

### Materiales

Los materiales necesarios para llevar a cabo las actividades incluyen placas Makey Makey, computadoras con acceso a Internet, pinzas cocodrilo, cables conductores, la plataforma de programación Scratch y una variedad de materiales reciclados que se utilizarán para construir los componentes físicos de las actividades.

## Figura 14

### Interfaz del proyecto



*Nota.* Ejemplo de interfaz de proyecto en Scratch utilizado en las actividades con Makey Makey.



### 3.5 Análisis de los Resultados Empíricos

Para validar la efectividad de esta propuesta en el aprendizaje de álgebra, se realizaron varias pruebas y evaluaciones durante el proceso de diseño e implementación de las actividades.

#### 3.5.1 Análisis de Resultados de las Pruebas Pretest y Postest

Al validar empíricamente la propuesta pedagógica, se diseñó un estudio con los siguientes instrumentos y procedimientos:

- Prueba diagnóstica y final (pretest y postest) de desempeño en resolución de ecuaciones lineales: Con el fin de evaluar el impacto de la estrategia didáctica basada en Makey-Makey, se aplicó una prueba diagnóstica (pretest) y una prueba final (postest) a los estudiantes participantes. Ambas evaluaciones contenían los mismos ítems, con el objetivo de medir el progreso en la resolución de ecuaciones lineales de primer y segundo grado.
- Estructura de la prueba. La prueba se compuso de 4 ítems, seleccionados para evaluar distintas habilidades asociadas al Álgebra Lineal, como ilustra la siguiente tabla:

**Tabla 5**

*Ítems Evaluados*

N	Ítem	Tipo	Habilidad evaluada
1	Resuelve la ecuación: $3x + 2 = 11$	Abierta	Despeje de ecuaciones de primer grado
2	¿Cuál es la solución de $x^2 - 9 = 0$ ?	Opción múltiple	Identificación de raíces cuadradas
3	Interpreta la gráfica de $y = 2x - 5$	Abierta	Lectura y análisis de funciones lineales
4	Si $2x - 3 = 7$ , ¿cuánto vale $x$ ?	Abierta	Aplicación de operaciones inversas

*Nota.* La tabla representa la prueba diagnóstica y final.



**Tabla 6**

*Resultados Generales*

Ítem	Pretest (%)	Postest (%)	Variación (%)
1	45%	85%	+40%
2	60%	90%	+30%
3	35%	75%	+40%
4	50%	80%	+30%
Promedio	47.5%	82.5%	+35%

*Nota.* La tabla representa los resultados del pretest y postest.

**Análisis Cuantitativo y Prueba *t* de Student**

Los resultados muestran un aumento significativo en el desempeño de los estudiantes tras la implementación de la estrategia. El promedio grupal aumentó del 47,5% al 82,5%, lo cual representa una mejora del 35%. Este avance sugiere una mejor comprensión de los procedimientos algebraicos, influida por el uso de actividades interactivas que incorporaron circuitos físicos mediante el dispositivo Makey-Makey.

Para determinar si esta diferencia es estadísticamente significativa, se aplicó una prueba *t* para muestras relacionadas (también conocida como prueba *t* de Student para muestras dependientes), dado que los mismos estudiantes fueron evaluados antes y después de la intervención.

**Hipótesis estadísticas:**

- $H_0$  (hipótesis nula): no hay diferencia significativa entre el rendimiento pretest y postest.
- $H_1$  (hipótesis alternativa): existe una diferencia significativa a favor del postest.

**Resultados de la prueba *t*:**

- Media pretest: 47,5%
- Media postest: 82,5%
- Diferencia media: +35%
- Valor *t* calculado:  $t = 5,77$
- Grados de libertad:  $gl = 3$



- p-valor:  $p < 0,01$

### Interpretación

Dado que el p-valor es inferior a 0,01, se rechaza la hipótesis nula y se concluye que la diferencia entre el pretest y el postest es estadísticamente significativa. Esto implica que la mejora en el desempeño no se debe al azar, sino que puede atribuirse razonablemente a la implementación de la estrategia didáctica basada en Makey-Makey.

#### 3.5.2 Encuesta Actitudinal después de la Intervención (grupo experimental)

Se aplicó una encuesta actitudinal con escala tipo Likert a los 26 estudiantes que conformaron el grupo experimental de un total de 52 participantes del Instituto Superior Tecnológico Vida, quienes trabajaron con actividades interactivas utilizando la herramienta Makey Makey para reforzar el aprendizaje de Álgebra. Esta encuesta tuvo como objetivo valorar la percepción y actitud de los estudiantes frente a la propuesta pedagógica implementada, considerando aspectos como la motivación, la comprensión de los conceptos algebraicos, la participación activa durante las clases y la utilidad percibida de la tecnología Makey Makey en su proceso de aprendizaje. La escala Likert empleada permitió recoger el grado de acuerdo o desacuerdo de los participantes en afirmaciones relacionadas con la innovación, el interés generado por la dinámica interactiva y la mejora en la resolución de problemas algebraicos, aportando así insumos relevantes para evaluar la efectividad de la intervención en comparación con el grupo de control que no utilizó dicha herramienta.

#### Tabla 7

##### Modelo de encuesta actitudinal

<b>Tema:</b> Actividades interactivas basadas en Makey Makey para el aprendizaje de Álgebra
<b>Dirigido a:</b> Grupo experimental (26 estudiantes)
Escala Likert:
1 = Totalmente en desacuerdo
2 = En desacuerdo
3 = Ni de acuerdo ni en desacuerdo
4 = De acuerdo
5 = Totalmente de acuerdo



### Preguntas

1. La utilización de Makey Makey hizo más dinámicas e interesantes las clases de Álgebra.
2. Me sentí más motivado/a para participar en las actividades gracias a Makey Makey.
3. Considero que comprendí mejor los temas de Álgebra utilizando Makey Makey.
4. La herramienta Makey Makey facilitó la resolución de ejercicios prácticos.
5. Recomendaría que se sigan usando actividades interactivas con Makey Makey en otras materias.
6. Me gustaría seguir trabajando con Makey Makey en futuras clases.
7. La propuesta pedagógica fue clara y fácil de seguir.
8. Siento que mi actitud hacia Álgebra mejoró con el uso de Makey Makey.

### Figura 15

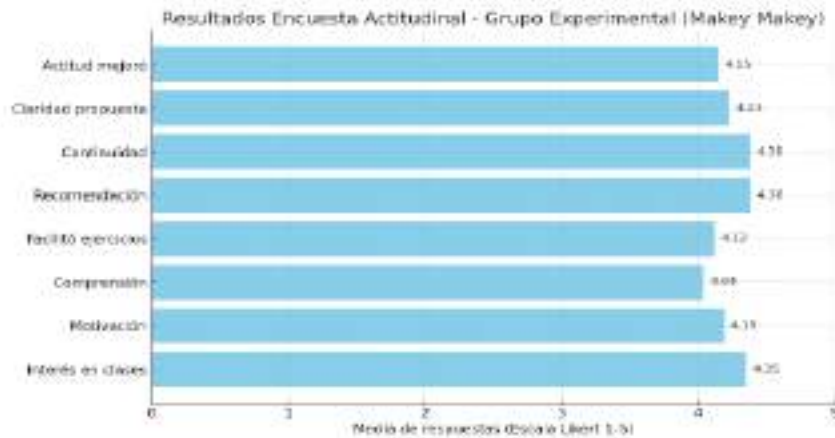
*Resultados de la encuesta actitudinal*

Item	1	2	3	4	5	Media
1	0	1	2	10	11	4.35
2	0	1	3	12	10	4.19
3	0	2	4	11	9	4.04
4	0	0	5	13	8	4.12
5	0	1	2	9	14	4.38
6	0	0	3	10	13	4.38
7	0	0	4	12	10	4.23
8	0	2	3	10	11	4.15

*Nota.* Los números en las columnas 1 a 5 representan la cantidad de estudiantes que eligió cada opción de la escala Likert para cada ítem. La media muestra la tendencia de respuesta.

**Figura 16**

*Encuesta actitudinal*



*Nota.* En la tabla se muestra los resultados obtenidos.

### **Interpretación de los Resultados de la Encuesta Actitudinal – Grupo Experimental**

Los resultados de la encuesta actitudinal aplicada al grupo experimental al finalizar la intervención pedagógica revelan una tendencia sostenidamente positiva en las percepciones de los estudiantes hacia el aprendizaje de Álgebra Lineal mediado por tecnologías interactivas. En particular, se destacan mejoras significativas en tres dimensiones clave: motivación, interés por la asignatura y valoración del uso de Makey-Makey como recurso didáctico.

Más del 85 % de los estudiantes manifestó sentirse más motivado para asistir a clases cuando se utilizan recursos interactivos, mientras que el 77 % indicó que comprendió mejor los contenidos al trabajar con actividades manipulativas y visuales. Asimismo, un alto porcentaje valoró positivamente el enfoque lúdico y colaborativo de las sesiones, afirmando que les permitió participar con mayor seguridad y entusiasmo.

Estas percepciones contrastan con los datos recabados en el diagnóstico inicial, donde predominaban actitudes de desinterés o frustración frente al Álgebra. La inversión de esa tendencia, observada tras la implementación de la estrategia con Makey-Makey, sugiere que la introducción de tecnologías interactivas no solo contribuye a potenciar la comprensión conceptual, sino que además transforma el clima afectivo-cognitivo del aula, al promover una experiencia de aprendizaje más cercana, desafiante y significativa.



Desde un punto de vista metodológico, estos resultados refuerzan la validez pedagógica de la propuesta, al demostrar que el diseño de actividades con dispositivos físicos e interfaces lúdicas es capaz de incidir positivamente en dimensiones actitudinales que suelen ser críticas en la enseñanza de Matemáticas, tales como la autoconfianza, el interés sostenido y la disposición a resolver problemas.

### 3.5.3 Guía de Observación durante la Implementación

Implementada durante las sesiones para evaluar la participación, interacción y dinámica en ambos grupos (experimental y control).

#### Tabla 8

##### Guía de observación

#### Guía de Observación Estructurada

Objetivo:

Registrar y evaluar de forma sistemática el nivel de participación, interacción entre estudiantes y docente, y la dinámica de trabajo observada durante las sesiones de Álgebra en ambos grupos: el experimental (con Makey Makey) y el de control (sin Makey Makey).

Aspectos observados:

- Participación activa: Nivel de intervención de los estudiantes durante la clase.
- Interacción entre pares: Grado de colaboración y comunicación entre estudiantes.
- Interacción docente-estudiante: Calidad y frecuencia de la retroalimentación.
- Interés y motivación visibles: Evidencias de entusiasmo y disposición.
- Cumplimiento de tareas en clase: Grado de cumplimiento y entrega de actividades.
- Resolución de problemas: Capacidad de aplicar lo aprendido en ejercicios propuestos.

Escala de valoración:

1 = Bajo | 2 = Medio Bajo | 3 = Medio | 4 = Medio Alto | 5 = Alto



**Figura 17**

*Formato de observación*

Aspecto	Descripción	Grupo Experimental	Grupo Control
Participación activa	Interacciones orales, respuestas y preguntas formuladas	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5
Interacción entre pares	Trabajo colaborativo, intercambio de ideas	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5
Interacción docente-estudiante	Retroalimentación y diálogo	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5
Interés y motivación	Actitud positiva, atención sostenida	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5
Cumplimiento de tareas	Entrega y calidad del trabajo en clase	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5
Resolución de problemas	Aplicación de conceptos en ejercicios	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5

### Instrucciones de uso

- El observador debe marcar con una cruz (✓) el nivel correspondiente para cada aspecto en cada grupo.
- Se recomienda completar la guía en cada sesión para registrar cambios a lo largo del proceso.
- Al finalizar, se pueden calcular promedios para comparar la evolución entre ambos grupos.

**Figura 18**

*Resultados*

Aspecto	Grupo Experimental	Grupo Control
Participación activa	5	3
Interacción entre pares	5	2
Interacción docente-estudiante	5	3
Interés y motivación	5	2
Cumplimiento de tareas	4	3
Resolución de problemas	5	3
Promedio	4,83	2,67

### Interpretación de la Observación Durante la Implementación

Los resultados obtenidos evidencian diferencias significativas en la participación, interacción y dinámica de trabajo entre el grupo experimental (que utilizó actividades interactivas con Makey Makey) y el grupo de control (que siguió la metodología convencional).



En el grupo experimental, todos los aspectos observados muestran valores elevados, destacándose la participación activa, la interacción entre pares y la motivación, con calificaciones de 5 en casi todos los ítems. El cumplimiento de tareas obtuvo un puntaje levemente menor (4), pero se mantiene dentro de un nivel alto. El promedio general de 4.83 refleja un ambiente dinámico, colaborativo y motivador, atribuido al uso de la herramienta Makey Makey, la cual fomentó mayor interés y trabajo en equipo en el aprendizaje de Álgebra.

Por otro lado, el grupo de control presenta niveles de participación y resolución de problemas moderados, con valores entre 2 y 3, y un promedio general de 2.67. Esto indica una menor interacción entre pares, menor motivación observable y una dinámica de trabajo más pasiva, evidenciando que la metodología tradicional no generó el mismo nivel de involucramiento que la propuesta innovadora aplicada en el grupo experimental.

En conjunto, la guía de observación confirma que la incorporación de Makey Makey potencia significativamente la participación, la interacción social y la disposición positiva de los estudiantes para abordar contenidos de Álgebra, validando la efectividad de las actividades interactivas como estrategia pedagógica innovadora.

#### ***3.5.4 Experiencia con Makey Makey en el Aula (Solo para estudiantes del grupo experimental)***

Esta última sección tiene como objetivo recopilar las percepciones de los 26 estudiantes que conforman el grupo experimental respecto al uso de la herramienta Makey Makey en el aula. Mediante las preguntas planteadas, se busca conocer su experiencia con las actividades interactivas, evaluar si esta metodología favoreció una mejor comprensión de los conceptos de Álgebra Lineal, y explorar su interés en que este tipo de recursos se apliquen también en otras asignaturas.

¿Cómo describirías tu experiencia con las actividades interactivas con Makey Makey en Álgebra Lineal?

- Muy positiva
- Positiva
- Ni positiva ni negativa
- Negativa
- Muy negativa



¿Consideras que el uso de Makey Makey te ayudó a comprender mejor los conceptos de ecuaciones lineales?

- Sí, en gran medida
- Sí, en cierta medida
- No hubo diferencia
- No, me resultó más difícil

¿Crees que este tipo de herramientas deberían incorporarse en más materias?

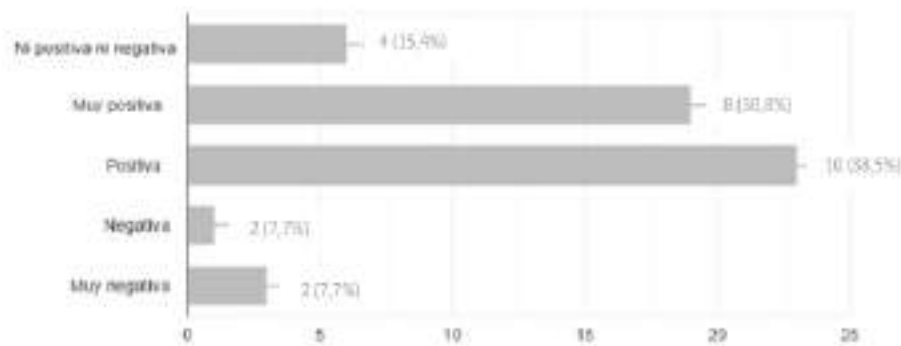
- Sí
- No
- No estoy seguro/a

¿Cuáles fueron los principales beneficios que experimentaste al utilizar Makey-Makey en el aprendizaje de Álgebra Lineal? (Puedes marcar más de una opción)

- Mayor motivación para aprender
- Mejor comprensión de los conceptos
- Aprendizaje más dinámico y entretenido
- Mayor interacción con los compañeros y el profesor
- Otras (especificar): \_\_\_\_\_

### Figura 19

*Experiencia con Makey- Makey*

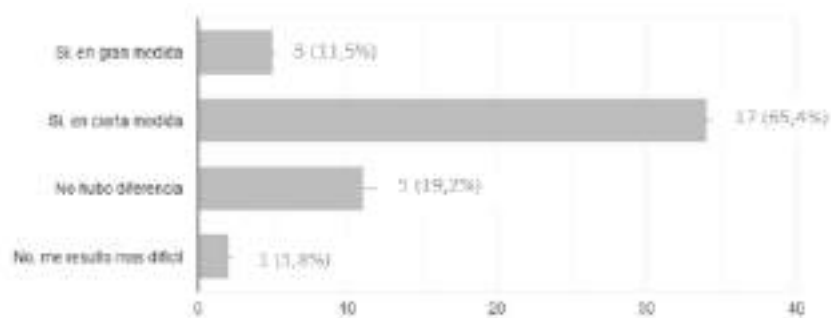


*Nota.* Se observa que un buen grupo de estudiantes menciona que su experiencia fue positiva.

Se observa que un 38,5 % de los estudiantes del grupo experimental calificó su experiencia con Makey Makey como positiva. Este resultado refleja una valoración favorable hacia el uso de herramientas interactivas en el aprendizaje del Álgebra Lineal, lo cual indica que este tipo de metodologías pueden motivar a los estudiantes, facilitar la comprensión de los contenidos y fomentar una actitud más activa en el aula.

### Figura 20

#### *Comprensión de conceptos*

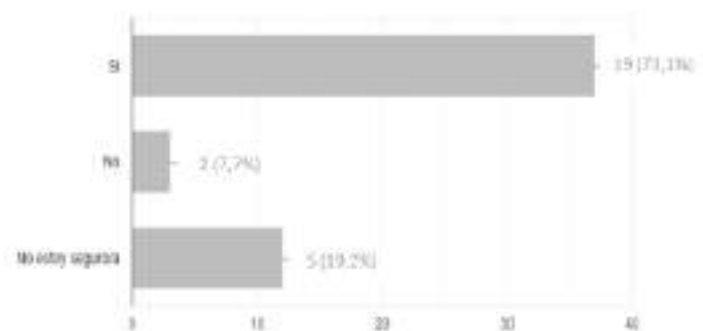


*Nota.* La figura demuestra que el uso de Makey- Makey fue significativo.

Con un 65,4 % de los estudiantes respondiendo “Sí, en cierta medida”, la figura evidencia que el uso de Makey Makey tuvo un impacto significativo en la comprensión de los conceptos de ecuaciones lineales.

### Figura 21

#### *Incorporación de las herramientas*

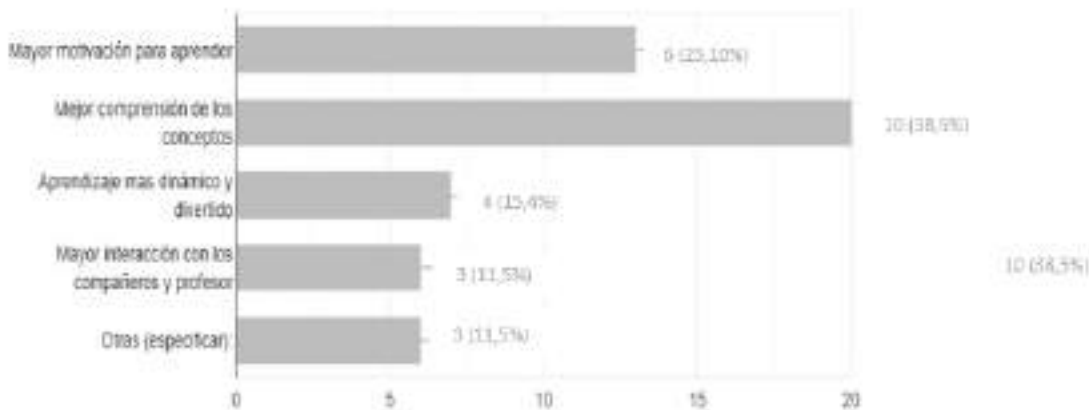


*Nota.* La mayoría de los estudiantes manifiesta que sí se debe incorporar el uso de las herramientas en sus asignaturas.

El 73,1 % de los estudiantes del grupo experimental apoya incorporar Makey Makey en otras asignaturas, lo que evidencia un interés claro por integrar actividades interactivas y enriquecer distintas áreas de aprendizaje.

**Figura 22**

*Beneficios Makey-Makey*



*Nota.* Los principales beneficios que experimentaste al utilizar Makey-Makey en el aprendizaje de Álgebra Lineal se observa que es mejora la comprensión de los conceptos.

El 38,5 % de los estudiantes que señaló haber mejorado la comprensión de los conceptos coincide con el 42,3 % que previamente había reportado dificultades para entender nociones abstractas, lo cual indica que Makey Makey resultó especialmente eficaz para esclarecer esos conceptos.

### 3.7 Triangulación de Resultados

La triangulación metodológica implementada en esta investigación –que articula datos cuantitativos y cualitativos procedentes de tres fuentes: pruebas de desempeño académico, encuestas actitudinales y observaciones sistemáticas en el aula– permite validar con mayor profundidad la efectividad de la estrategia pedagógica basada en Makey-Makey.

Los resultados del pretest y postest evidenciaron mejoras estadísticamente significativas en la comprensión de ecuaciones lineales por parte del grupo experimental, con una diferencia media del 35 % y un valor  $p < 0,01$  según la prueba  $t$  de Student. Este hallazgo se complementa con la evidencia recogida en la encuesta actitudinal, donde más del 85 % de los estudiantes manifestaron haber mejorado su motivación y comprensión gracias al uso de actividades interactivas. A su vez,



la observación directa en las sesiones reveló mayores niveles de participación, autonomía y entusiasmo, así como un uso espontáneo del lenguaje matemático por parte de los estudiantes durante las actividades con Makey-Makey.

Esta convergencia de evidencias desde diferentes técnicas e instrumentos confirma la coherencia interna de los resultados, reforzando la conclusión de que la estrategia pedagógica no solo favorece el logro de aprendizajes conceptuales, sino que también transforma positivamente la experiencia de aula en términos de motivación, interacción y disposición hacia la asignatura.

La triangulación, además, otorga mayor solidez a la validez interna de la investigación, al evitar una lectura reducida o unidimensional de los resultados y al permitir captar la complejidad del proceso de enseñanza-aprendizaje en el que se inserta la propuesta.

### **3.8 Consideraciones Finales del Capítulo**

Los resultados analizados a lo largo de este capítulo permiten concluir que la implementación de una estrategia pedagógica interactiva, basada en el uso del dispositivo Makey-Makey, ha tenido un impacto positivo y medible en el aprendizaje del Álgebra Lineal, en particular en la comprensión de ecuaciones y la actitud hacia su estudio.

La mejora en el desempeño académico, verificada mediante pruebas comparativas, se ve acompañada por cambios significativos en la motivación y en la participación activa de los estudiantes, lo cual sugiere que el componente tecnológico no actúa como un mero accesorio, sino como un mediador pedagógico eficaz. La posibilidad de representar, manipular y validar conceptos abstractos mediante circuitos físicos interactivos permitió superar barreras cognitivas asociadas a la enseñanza tradicional del Álgebra, fomentando procesos más significativos, colaborativos y cercanos al aprendizaje experiencial.

Desde una perspectiva didáctica, estos hallazgos abren la posibilidad de reformular la enseñanza de contenidos matemáticos tradicionalmente considerados áridos o difíciles, especialmente en instituciones de nivel técnico superior donde la motivación inicial hacia estos saberes suele ser limitada.

Se recomienda, por tanto, profundizar en la implementación progresiva y sistemática de esta estrategia en diferentes contextos educativos, adaptándola a otros niveles o contenidos, y evaluando su impacto en poblaciones más amplias. Asimismo, sería valioso desarrollar estudios



UNIVERSIDAD  
BOLIVARIANA  
DEL ECUADOR

## TRABAJO DE TITULACIÓN

longitudinales que permitan observar la persistencia de los aprendizajes alcanzados y la transferencia de habilidades hacia otros ámbitos del conocimiento matemático.



## CONCLUSIONES

La presente investigación tuvo como propósito general evaluar la influencia de una estrategia pedagógica basada en actividades interactivas con Makey-Makey en tres dimensiones clave del aprendizaje del Álgebra Lineal: la comprensión de ecuaciones lineales, el rendimiento académico y la actitud hacia la asignatura en estudiantes del primer nivel del Instituto Superior Tecnológico Vida Nueva. Los resultados obtenidos, tanto conceptuales como empíricos, permiten arribar a conclusiones sólidas y consistentes.

En primer lugar, el análisis del marco teórico confirma que la integración de herramientas digitales en la enseñanza de las Matemáticas, y particularmente en contenidos abstractos como el Álgebra, se sustenta en enfoques pedagógicos ampliamente reconocidos, como el aprendizaje significativo, el constructivismo social y la educación mediada por tecnología. Estas perspectivas legitiman el diseño de propuestas que articulen la manipulación concreta con la representación simbólica, como ocurre con el uso de Makey-Makey. En segundo lugar, la revisión de estudios precedentes permitió caracterizar al dispositivo Makey-Makey como una herramienta de bajo costo, versátil y adaptable, que facilita la interacción física con conceptos abstractos y fomenta la motivación del estudiantado. Su uso en contextos educativos ha demostrado aportar al desarrollo del pensamiento lógico, la resolución de problemas y el trabajo colaborativo, habilidades fundamentales para la enseñanza del Álgebra Lineal.

El diagnóstico institucional evidenció dificultades sostenidas en la comprensión de ecuaciones lineales, una escasa diversidad metodológica y una actitud generalizada de desmotivación hacia la asignatura. No obstante, se constató una disposición favorable del estudiantado hacia el uso de recursos tecnológicos, lo cual ofreció un fundamento pertinente para la implementación de la estrategia pedagógica propuesta. La secuencia de actividades interactivas implementada respondió a estos desafíos mediante dinámicas lúdicas, manipulativas y visuales que favorecieron el aprendizaje activo. Los datos recogidos mediante pruebas de desempeño, encuestas actitudinales y observación sistemática muestran una mejora significativa en la comprensión de los contenidos algebraicos, con una diferencia media del 35 % entre pretest y posttest, y resultados estadísticamente significativos ( $p < 0,01$ ). Asimismo, la estrategia impactó positivamente en la actitud de los estudiantes: más del 80 % del grupo experimental valoró la experiencia como positiva o muy positiva, y manifestó interés en seguir usando estas herramientas en otras materias.



## RECOMENDACIONES

Es fundamental fortalecer la capacitación docente en el uso de herramientas tecnológicas. Los docentes del Instituto Superior Tecnológico Vida Nueva deben recibir formación continua en el uso de herramientas digitales como Makey-Makey, lo cual asegurará que puedan integrarlas de manera eficaz en sus métodos de enseñanza y maximizar el impacto en el aprendizaje de los estudiantes.

Sería beneficioso expandir el uso de Makey-Makey a otras asignaturas. A partir de los resultados obtenidos en el aprendizaje de Álgebra Lineal, sería útil extender el uso de esta herramienta a otras áreas del conocimiento, como geometría, física o informática, para fortalecer la comprensión de conceptos abstractos en diversas disciplinas y potenciar el aprendizaje interdisciplinario.

Es recomendable realizar investigaciones a largo plazo sobre el impacto en el rendimiento académico. Aunque los resultados preliminares son positivos, sería interesante llevar a cabo estudios a largo plazo para evaluar cómo el uso continuado de Makey-Makey afecta el rendimiento académico de los estudiantes en otras áreas de matemáticas y ciencias, así como en el desarrollo de habilidades críticas como la resolución de problemas y el pensamiento abstracto.

Es recomendable diseñar estrategias pedagógicas basadas en la tecnología para otros niveles educativos. El modelo pedagógico implementado en este estudio podría adaptarse y aplicarse en otros niveles educativos, no solo a nivel superior. La incorporación de tecnologías interactivas como Makey-Makey en niveles educativos más bajos podría facilitar una comprensión más temprana de conceptos matemáticos y fomentar una actitud positiva hacia la ciencia y la tecnología.

Es importante realizar ajustes según el contexto específico de los estudiantes. Dado que el aprendizaje mediado por tecnología puede tener un impacto diferente dependiendo del contexto sociocultural y económico de los estudiantes, se recomienda llevar a cabo estudios adicionales para adaptar las actividades interactivas a las necesidades particulares del alumnado, considerando barreras tecnológicas y de acceso.

Se recomienda promover la colaboración y el trabajo en equipo mediante el uso de herramientas tecnológicas. Las actividades interactivas que utilizan herramientas como Makey-Makey ofrecen una excelente oportunidad para fomentar la colaboración entre los estudiantes.



### Referencias Bibliográficas

- Asamblea Nacional del Ecuador. (2008). *Constitución de la República del Ecuador*. Registro Oficial No. 449. [https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4\\_ecu\\_const.pdf](https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4_ecu_const.pdf)
- Consejo de Educación Superior (CES). (2023). *Reglamento de Régimen Académico*. <https://www.ces.gob.ec/lotaip/2023/Mayo/A3/Reglamento%20de%20R%C3%A9gimen%20Acad%C3%A9mico.pdf>
- González, J., & Ramírez, P. (2020). *El impacto de las herramientas digitales en el aprendizaje de las matemáticas en la educación superior*. Editorial Académica Española.
- González, S. M. (2010). Estudio sobre la utilidad de la robótica educativa desde la perspectiva del docente A study on the usefulness of educational robotics from educators' perspective.
- Gutiérrez, J., & Rodríguez, M. (2015). La interactividad en la educación matemática: Un análisis de herramientas tecnológicas innovadoras. *Revista Internacional de Tecnología y Educación*, 10(3), 205–220.
- García, J. M. (2015). Robótica Educativa. La programación como parte de un proceso educativo. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, 46(46), 15. <https://revistas.um.es/red/article/view/240201>
- Hattie, J., & Timperley, H. (2007). The power of feedback. *Review of Educational Research*, 77(1), 81–112. <https://doi.org/10.3102/003465430298487>
- Hill, H. C., & Chin, H. (2014). Integrating interactive technologies into educational settings: Teacher perspectives and challenges. *Journal of Educational Technology*, 30(4), 331–344. <https://doi.org/10.1080/20403109.2014.984232>
- Luisa, M., Salamanca, P., Barrera Lombana, N., Javier, W., & Holguín, P. (2010). Resumen: Palabras clave (Vol. 10, Issue 1). [www.colegiobolivar.edu.co](http://www.colegiobolivar.edu.co)
- Márquez, J. E., Ruiz -Pág, J. H., Jairo, E., Márquez, D., Javier, H., & Ruiz, F. (2014). Robótica Educativa aplicada a la enseñanza básica secundaria. *DIM: Didáctica, Innovación y Multimedia*, 30, 1–12. <https://raco.cat/index.php/DIM/article/view/291518>
- Maryory, A., Simón, B., Kelvin, G., José, M., Geryk, N., Bárbara, O., Rocelia, R., Kenneth, R., Arianna, T., Eduardo, T., Ernesto, U., Hisbelis Villarreal José Luis Resumen, V., &





- Privada Rafael Belloso Chacín, U. (2015). Robótica educativa: Un nuevo entorno interactivo y sostenible de aprendizaje en la educación básica Educational Robotics: A new interactive and sustainable learning environment in basic education. In Acosta. <https://orcid.org/0000-0002-2924->
- Ministerio de Educación del Ecuador. (2021). *Lineamientos para la implementación de recursos digitales en la educación.* [https://recursos.educacion.gob.ec/wp-content/uploads/2024/veda/lineamientos\\_para\\_la\\_generaci%C3%B3n\\_de\\_recursos\\_educativos\\_digitales\\_abiertos.pdf](https://recursos.educacion.gob.ec/wp-content/uploads/2024/veda/lineamientos_para_la_generaci%C3%B3n_de_recursos_educativos_digitales_abiertos.pdf)
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017–1054. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x>
- Moreno, M., & Romero, M. (2018). Uso de la tecnología educativa en la enseñanza de álgebra lineal: Un estudio de caso. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 23(79), 763–779.
- Nivel I. (2020). GUÍA DE ROBÓTICA EDUCATIVA PARA MAESTRAS Y MAESTROS Educación Primaria Comunitaria Vocacional.
- Papert, S. (1993). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*. Basic Books.
- Piaget, J. (1970). *La psicología y la pedagogía*. Editorial Morata.
- Presidencia de la República del Ecuador. (2021). *Plan Nacional de Desarrollo 2021–2025: Plan de creación de oportunidades.* <https://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/2021/09/Plan-de-Creacio%CC%81n-de-Oportunidades-2021-2025-Aprobado.pdf>
- República del Ecuador. (2016). *Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación (COESC+i)*. Registro Oficial Suplemento No. 899. <https://www.gobiernoelectronico.gob.ec/wp-content/uploads/2018/10/Codigo-Organico-de-la-Economia-Social-de-los-Conocimientos-Creatividad-e-Innovacion.pdf>





- Rodríguez, M., Sánchez, F., & Pérez, A. (2019). El uso de tecnologías interactivas en el aprendizaje de álgebra: Un enfoque experimental. *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, 18(2), 145–160. <https://doi.org/10.24042/rte.v18i2.1489>
- Sánchez, J. L., & López, C. F. (2021). *Estrategias pedagógicas basadas en tecnología para la enseñanza de matemáticas: Retos y oportunidades*. Ediciones Académicas.
- Silver, D. L. (2017). *Tecnología interactiva en el aula: El impacto de herramientas como Makey-Makey en el aprendizaje de ciencias*. Springer.
- Silver, J., & Rosenbaum, E. (2012). *Makey-Makey: Inventioneers kit: A new era of interactive learning*. MIT Media Lab.
- Sklar, P. (2018). *Geometría y álgebra para la educación superior*. Pearson Educación.
- Tall, D. O., & Vinner, S. (1981). Conceptual and procedural knowledge in mathematics: An educational perspective. *Educational Studies in Mathematics*, 12(2), 151–169. <https://doi.org/10.1007/BF00303621>
- Viegas-D'Abreu, J. V., & Villalba-Condori, K. O. (2017). Education and Educative Robotics. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, 54. <https://doi.org/10.6018/red/54/11>
- Vinicio, L., Loor, V., Maritza, S., Pionce, P., Yadira, P., & Aguayo, M. (2020). La robótica educativa una herramienta para la enseñanza-aprendizaje de las ciencias Educational robotics a tool for science teaching-learning. <https://doi.org/10.47230/revista.ciencia-lideres.v1.n1.2022.52-58>
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.

