

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL



FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICAS

PROYECTO DE TITULACIÓN

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

**“MAGÍSTER EN EDUCACIÓN CON MENCIÓN EN ENSEÑANZA DE LA
MATEMÁTICA”**

TEMA:

IMPLEMENTACIÓN DE AULA INVERTIDA COMO PROPUESTA PEDAGÓGICA PARA
LA ENSEÑANZA DE NÚMEROS COMPLEJOS EN LOS ESTUDIANTES DEL TERCER
AÑO DE BACHILLERATO GENERAL.

AUTOR:

JUAN JAVIER ANASTACIO BOWEN

Guayaquil - Ecuador

2025

RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo la implementación de aula invertida como propuesta pedagógica para la enseñanza de números complejos en los estudiantes de tercero año de bachillerato general, aborda el uso del método de aula invertida como estrategia efectiva en la enseñanza y comprensión de los números complejos. La visión centrada en el alumno fomenta que estos investiguen y obtengan conocimientos de manera independiente antes de compartirlos en clase, lo cual promueve la profundización y autonomía en los temas. El estudio busca a través de esta investigación mejorar el aprendizaje especialmente de la asignatura de números complejos para poder analizar resultados con la aplicación de metodologías innovadoras como el aula invertida. El propósito de la investigación es enfocar estas dificultades y optimizar la instrucción y el aprendizaje de los números complejos. La propuesta pedagógica implica que el estudiante se familiariza con los conceptos a través de videos o lecturas antes de clase, y utiliza el espacio presencial para trabajar en problemas con el acompañamiento del docente. Esta metodología ha mostrado efectos positivos en la motivación y en el aprendizaje activo haciendo que el estudiante este preparado para posteriores desafíos académicos.

Palabras claves: aula invertida, números complejos, propuesta pedagógica.

ABSTRACT

This paper aims to implement the flipped classroom as a pedagogical approach for teaching complex numbers to third-year high school students. It addresses the use of the flipped classroom method as an effective strategy for teaching and understanding complex numbers. The student-centered approach encourages students to research and gain knowledge independently before sharing it in class, which promotes in-depth and autonomous learning of the topics. Through this research, the study seeks to improve learning, especially in the subject of complex numbers, in order to analyze results through the application of innovative methodologies such as the flipped classroom. The purpose of the research is to address these difficulties and optimize the instruction and learning of complex numbers. The pedagogical approach involves students becoming familiar with the concepts through videos or readings before class, and using the classroom environment to work on problems with teacher support. This methodology has shown positive effects on motivation and active learning, preparing students for subsequent academic challenges.

Keywords: flipped classroom, complex numbers, pedagogical proposal.

DEDICATORIA

Al terminar una meta más de mi vida, he logrado uno de mis objetivos propuestos y quiero darles las gracias de manera especial a todas las personas que me apoyaron superando todos los obstáculos para lograrlo, con todo respeto y amor dedico este triunfo a DIOS por su amor y sus infinitas bendiciones e iluminar mi camino, darme la inteligencia y brindarme la fuerza necesaria, para poder lograr uno de mis grandes propósitos en mi vida profesional. A mi madre Angela Bowen Burgos, quien a lo largo de mi vida ha sido mi apoyo en todo momento.

AGRADECIMIENTO

Mi agradecimiento infinito a Dios por darme vida y salud para luchar por mis metas e ideales tanto personales como profesionales. A mi madre por alentarme siempre y ser ejemplo de constante lucha, perseverancia y valores por ser luz y guía. A la Escuela Superior Politécnica del Litoral por brindarme la oportunidad de perfeccionamiento profesional a través del programa de maestría que me abrió sus puertas al conocimiento. A cada uno de los profesores por su entrega de conocimientos desinteresada y acorde a los avances del mundo actual. A mi tutor Francisco Vera, PhD, por su guía profesional en el desarrollo de esta investigación. A mis compañeros y amigos en especial a Lourdes Bajaña, MSc, por su apoyo constante para lograr esta maestría.

Declaración Expresa

Yo Juan Javier Anastacio Bowen acuerdo y reconozco que: La titularidad de los derechos patrimoniales de autor (derechos de autor) del proyecto de graduación corresponderá al autor o autores, sin perjuicio de lo cual la ESPOL recibe en este acto una licencia gratuita de plazo indefinido para el uso no comercial y comercial de la obra con facultad de sublicenciar, incluyendo la autorización para su divulgación, así como para la creación y uso de obras derivadas. En el caso de usos comerciales se respetará el porcentaje de participación en beneficios que corresponda a favor del autor o autores. El o los estudiantes deberán procurar en cualquier caso de cesión de sus derechos patrimoniales incluir una cláusula en la cesión que proteja la vigencia de la licencia aquí concedida a la ESPOL.

La titularidad total y exclusiva sobre los derechos patrimoniales de patente de invención, modelo de utilidad, diseño industrial, secreto industrial, secreto empresarial, derechos patrimoniales de autor sobre software o información no divulgada que corresponda o pueda corresponder respecto de cualquier investigación, desarrollo tecnológico o invención realizada por mí/nosotros durante el desarrollo del proyecto de graduación, pertenecerán de forma total, exclusiva e indivisible a la ESPOL, sin perjuicio del porcentaje que me/nos corresponda de los beneficios económicos que la ESPOL reciba por la explotación de mi/nuestra innovación, de ser el caso.

En los casos donde la Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI) de la ESPOL comunique al/los autores/es que existe una innovación potencialmente patentable sobre los resultados del proyecto de graduación, no se realizará publicación o divulgación alguna, sin la autorización expresa y previa de la ESPOL.

Guayaquil, 13 septiembre del 2025.

Juan Javier Anastacio Bowen

EVALUADORES

Francisco Vera Alcívar, PhD.

TUTOR

Lisbeth Dávila Santillán, MSc.

EVALUADOR

Esperanza Asanza Sánchez, MSc.

PRESIDENTE

ABREVIATURAS O SIGLAS

P.I.S.A. - Programa Internacional de Evaluación de los alumnos

U.N.E.S.C.O. - Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura

P.P.A.I. - Propuesta Pedagógica Basada en Aula Invertida

TABLA DE CONTENIDO

CAPÍTULO 1	1
1. INTRODUCCIÓN	1
1.2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	2
CAPÍTULO 2	5
2. MARCO TEÓRICO	5
2.1 AULA INVERTIDA	5
2.1.1 FUNDAMENTOS PEDAGÓGICOS DEL AULA INVERTIDA.....	5
2.1.2 EVOLUCIÓN HISTÓRICA Y EXPERIENCIAS INTERNACIONALES	6
2.1.3 AULA INVERTIDA EN LA ENSEÑANZA DE LAS MATEMÁTICAS	7
2.1.4 INTEGRACIÓN DE AULA INVERTIDA EN LA ENSEÑANZA DE NÚMEROS	8
COMPLEJOS.....	8
2.1.5 ROL DEL DOCENTE Y DEL ESTUDIANTE.....	8
2.2.6 VENTAJAS, LIMITACIONES Y CRÍTICAS DEL MODELO	9
2.1.7 PERSPECTIVAS FUTURAS.....	9
CAPÍTULO 3	10
3. METODOLOGÍA	10
CAPÍTULO 4	13
4. RESULTADOS	13
4.1 EVALUACIÓN DIAGNÓSTICA REALIZADA A LOS ESTUDIANTES DE TERCERO BGR DE LOS.....	13
4.2 EVALUACIÓN SUMATIVA REALIZADA A LOS ESTUDIANTES DE TERCERO BGR DE.....	15
LOS PARALELOS D Y E.	15
4.3 ANÁLISIS COMPARATIVO: METODOLOGÍA TRADICIONAL VS. MEJORA DE NOTAS EN ESTUDIANTES DEL PARALELO D	16
4.3.1 DETALLES DEL ANÁLISIS.....	16
4.3.2 ANÁLISIS DE LA METODOLOGÍA TRADICIONAL	16
4.6 ANÁLISIS COMPARATIVO: METODOLOGÍA DE AULA INVERTIDA VS. MEJORA DE NOTAS EN ESTUDIANTES DEL PARALELO E	18
4.6.1 DETALLES DEL ANÁLISIS.....	18
4.6.2 ANÁLISIS DE LA METODOLOGÍA DE AULA INVERTIDA	18

CAPÍTULO 5	23
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	23
5.1. CONCLUSIONES	23
5.2. RECOMENDACIONES	25

LISTADO DE FIGURAS

Figura 4. 2. 1 Respuestas incorrectas en evaluación diagnóstica a los estudiantes de tercero BGU paralelo D (Anastacio 2025)	13
Figura 4. 2. 2 Respuestas incorrectas en evaluación diagnóstica a los estudiantes de tercero BGU paralelo E (Anastacio 2025)	14

LISTADO DE TABLAS

Tabla 4. 1 Resultados de la evaluación diagnóstica (Anastacio 2025)	13
Tabla 4. 2 Resultados obtenidos del método tradicional paralelo D (Anastacio 2025)	15
Tabla 4.3 Distribución de Notas Primer Trimestre paralelo D (Anastacio 2025)	16
Tabla 4.4 Resultados obtenidos del método aula invertida paralelo E (Anastacio 2025)	17
Tabla 4.5 Distribución de Notas Primer Trimestre paralelo E (Anastacio 2025).....	18
Tabla 4. 6 Cuadro comparativo del método tradicional paralelo D y el método de aula invertida del paralelo E (Anastacio 2025).....	19

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

La metodología de aula invertida en los últimos años está ganando terreno en el campo de la educación, esto se debe a la interacción que permite en la construcción del conocimiento y la particular forma de incorporar a los estudiantes activamente en los procesos educativos. Sancho en su estudio sobre aula invertida ha demostrado que este método puede mejorar significativamente el aprendizaje en matemáticas, sugiriendo su aplicación para lograr efectividad en esta área que es una de la más complejas en la enseñanza. (Sancho, 2020).

En Ecuador, apenas un 22% de nuestros niños y adolescentes presenta un alto rendimiento en la matemática, en contraste con un 67% para los otros países miembros de la organización para la cooperación y el desarrollo económico (OCDE). (Parra, 2020, pág. 45)

Con esta finalidad se asume como referente la situación de los docentes en el Ecuador con un análisis a través de un método cualitativo relacionado con las estrategias de enseñanza en la asignatura de matemáticas, basados en un conjunto de situaciones educativas que se presentan diariamente en las aulas de clases con los estudiantes, buscando a través de esta investigación mejorar el aprendizaje especialmente de la asignatura de números complejos para poder analizar resultados con la aplicación de metodologías innovadoras como el aula invertida.

Según el estudio realizado por PISA que sus siglas en inglés significan Programa Internacional de Evaluación de los alumnos, los resultados se encuentran muy lejos de alcanzar a los países asiáticos y europeos en la prueba PISA-D, que presenta una de las brechas socioeconómicas y de género más altas de la región, esto incide en su rendimiento educativo específicamente sobre las brechas sociales más del 89% de los estudiantes pobres que fueron evaluados en la prueba tienen rendimiento bajo en matemáticas y cuentan con tres posibilidades menos de obtener resultados óptimos al compararlos con sus pares de estratos socioeconómicos altos.

El abordaje de este tema se presenta desde las dificultades de los estudiantes, las concepciones de los docentes, la reconstrucción del estudio epistemológico del objeto matemático y el análisis conceptual del objeto.

Este estudio se centra en el diseño de una propuesta pedagógica para la enseñanza de la asignatura de números complejos en los estudiantes del tercer año de Bachillerato General Unificado, partiendo de las dificultades relacionadas con el aprendizaje, por lo cual, se evidencia la importancia de estudiar la comprensión de los números complejos, esto, como punto de partida para plantear los objetivos a desarrollar en el presente trabajo de investigación.

(Jliménez, 2020), propone la enseñanza de números complejos desde un concepto tradicional como herramienta para la enseñanza de matemáticas. Es importante destacar que para cambiar el paradigma estratégico se debe aplicar la teoría y motivar a los estudiantes para que cimenten sus propios conceptos en la construcción de sus conocimientos matemáticos.

Este estudio se centra en la implementación del aula invertida como propuesta pedagógica para la enseñanza de números complejos en los estudiantes del tercer año de Bachillerato General Unificado, partiendo de las dificultades relacionadas con el aprendizaje, por lo cual, se evidencia la importancia de estudiar la comprensión de los números complejos, esto, como punto de partida para plantear los objetivos a desarrollar en el presente trabajo de investigación.

1.2. Descripción del problema

La enseñanza de los números complejos en el bachillerato puede presentar varios desafíos, entre los que se puede mencionar la abstracción y complejidad esta asignatura tiene procesos que para algunos estudiantes puede ser difíciles de entender y por esta razón presentan bajo rendimiento académico. En este sentido, (Cabali, 2020) refieren que “Para los docentes un inconveniente, es la baja solidez en los conocimientos de los estudiantes en algunos de los temas que se desarrollan”. (p. 383). La falta de conexión con aplicaciones prácticas puede hacer que los estudiantes pierdan el interés por cuanto muchos de los docentes no utilizan ejemplos prácticos y aplicaciones en la vida real, para demostrar la relevancia de los números complejos.

Según (Longe, 2023) la mayoría de los estudiantes tienen problemas para entender números complejos debido a su falta de habilidad para utilizar conocimientos anteriores sobre grupos algebraicos. Esto se demostró en su rendimiento en exámenes y entrevistas, resaltando una ausencia de estructura mental vinculada a los conceptos.

Uno de los aspectos relevantes es mantener la motivación de los estudiantes lo cual puede convertirse en un desafío, especialmente cuando no ven la utilidad inmediata de la asignatura, es decir que no relacionan los números complejos con temas cotidianos de interés para los estudiantes, además no se evidencia cómo se utilizan en diversas disciplinas científicas y tecnológicas.

Es importante que en la institución educativa se pueda diagnosticar las principales dificultades para el aprendizaje de números complejos entre los estudiantes de tercer año de bachillerato a través de una evaluación diagnóstica, para tener las bases que permitan diseñar una propuesta pedagógica basada en el modelo de aula invertida para evaluar la eficacia del uso del aula invertida por medio de evaluaciones sumativas que logren tener una clara idea sobre el impacto del cambio de metodología.

1.3. Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Implementar una propuesta pedagógica basada en aula invertida para la comprensión y aplicación de los números complejos entre los estudiantes de tercer año de Bachillerato.

1.3.2. Objetivos específicos

1. Diagnosticar las principales dificultades para el aprendizaje de números complejos en los estudiantes de tercer año de bachillerato a través de una evaluación.
2. Diseñar una propuesta pedagógica para el aprendizaje de números complejos implementando el modelo de aula invertida.
3. Medir la eficacia de la propuesta pedagógica de aula invertida por medio de evaluaciones sumativas a los estudiantes de tercer año de bachillerato.

1.4. Hipótesis

La implementación de una propuesta pedagógica basada en aula invertida influye en la comprensión y aplicación de los números complejos entre los estudiantes de tercer año de Bachillerato.

1.5. Alcance

El Proyecto contempla la implementación del método de aula invertida la misma que se aplicará en la Unidad Educativa El Triunfo, en el cantón El Triunfo Provincia del Guayas, Ecuador en el periodo lectivo 2025 – 2026 esta unidad educativa está situada en la parte urbana del cantón. La institución educativa alberga alrededor de 1876 estudiantes, ofertando en sus dos secciones: básica superior y bachillerato con tres especialidades informática, producción agropecuaria y contabilidad. Con el conocimiento de este panorama, es apropiado indicar los resultados de rendimiento académico en el área que compete a la investigación.

CAPÍTULO 2

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Aula invertida

La enseñanza de las matemáticas en la Unidad Educativa Nacional El Triunfo con los estudiantes del Bachillerato enfrenta a diario desafíos importantes relacionados especialmente con la motivación de los estudiantes, la abstracción de los contenidos y la capacidad de conectar la teoría con la práctica. Entre los temas que suelen presentar mayores dificultades se encuentran los números complejos, al ser una asignatura alternativa, su comprensión exige aceptar la existencia de entidades numéricas que trascienden la experiencia inmediata del mundo real. Este carácter abstracto genera desconexión en algunos estudiantes, quienes los perciben como poco útiles o incluso irreales además un punto importante es la forma como se enseña esta asignatura muchos de los métodos usados son tradicionalistas y monótonos lo que desmotiva a los estudiantes y genera bajos rendimientos.

En los últimos años se ha impulsado desde educación la aplicación de metodologías de aprendizaje innovadoras para poder superar este tipo de dificultades, entre las cuales se destaca el modelo de aula invertida o flipped classroom. Este enfoque propone reorganizar el tiempo y el espacio de aprendizaje, trasladando la instrucción directa fuera del aula mediante recursos digitales y reservando el tiempo presencial para actividades de aplicación, discusión y resolución de problemas. (Bergmann, 2021, pág. 54)

La implementación del aula invertida en la asignatura de números complejos puede representar un cambio pedagógico significativo en la forma de aprender en los estudiantes del tercero de Bachillerato ciencias, ya que potencia la autonomía del estudiante, fomenta la interacción en clase y favorece un aprendizaje significativo. (Ausubel, 1963)

2.1.1 Fundamentos pedagógicos del aula invertida

El aula invertida constituye una de las metodologías más representativas en los nuevos procesos educativos centrados en una educación de calidad con espacios abiertos donde todos colaboren en la construcción del conocimiento. Su planteamiento esencial es que los contenidos teóricos se estudien de forma autónoma fuera del aula, a

través de materiales digitales, y que el espacio presencial se destine a actividades interactivas que promuevan el aprendizaje profundo. (García, 2020, pág. 89)

Dentro de la fundamentación pedagógica este modelo se alinea con el constructivismo. Donde se indica que el conocimiento no se transmite de manera pasiva, sino que se construye activamente a partir de la interacción entre el sujeto y su entorno. (Piage, 1972, pág. 78) De igual forma, subrayó la importancia de la interacción social y del andamiaje como elementos clave para el desarrollo de las funciones cognitivas superiores en los niños y niñas. (Ausubel, 1963, pág. 58) En el aula invertida, el facilitador es el docente quien es el encargado de guiar y motivar a los estudiantes en su zona de desarrollo próximo, brindando un asesoramiento oportuno en el desarrollo y construcción de los conocimientos en los procesos educativos y temas tratados en clase.

Es decir que la teoría del aprendizaje significativo de Ausubel (1963) resulta clave. Según este autor, para que el aprendizaje sea duradero, los nuevos conocimientos deben relacionarse de manera sustantiva y no arbitraria con lo que el estudiante ya sabe siendo los conocimientos que posee una base fundamental para que ellos desarrollen los conocimientos y construyan sus nuevas estructuras mentales.

El aula invertida en este caso permite que se les faciliten a los estudiantes a través de un conocimiento preliminar, obtenido a través de los materiales previos, y por medio de la correcta orientación lo profundicen en interacción con sus compañeros y el docente. En definitiva, el aula invertida no se limita a un cambio en la secuencia didáctica, sino que responde a una concepción más amplia de la enseñanza, donde se privilegia la autonomía, la responsabilidad y la colaboración con la guía adecuada.

2.1.2 Evolución histórica y experiencias internacionales

El origen del aula invertida se remonta a principios del siglo XXI. Bergmann y Sams, profesores de química en Colorado, empezaron a grabar sus clases y a subirlas a Internet para los estudiantes que no podían asistir. Rápidamente observaron que los alumnos que revisaban el material en casa llegaban mejor preparados a la clase, y que el tiempo presencial podía aprovecharse para tutorías personalizadas, resolución de problemas y experimentación (García, 2021). Desde entonces, múltiples investigaciones han validado la eficacia de este modelo en diversos niveles educativos.

En Estados Unidos, se ha aplicado en cursos universitarios de cálculo, química y física, mostrando mejoras en el rendimiento académico y la satisfacción estudiantil. En

Europa, países como España han explorado su potencial en la enseñanza secundaria, destacando su contribución al desarrollo de competencias digitales.

En América Latina, el aula invertida se ha adaptado progresivamente. En México y Colombia, estudios en educación secundaria han reportado que los estudiantes perciben el modelo como más dinámico y motivador, especialmente en asignaturas de ciencias exactas. En Ecuador, investigaciones recientes señalan que el aula invertida favorece la interacción y la comprensión de contenidos abstractos, siempre que se cuente con recursos tecnológicos adecuados (García, 2020, pág. 90). Estas experiencias confirman que, si bien el modelo aplicado no es una fórmula única, su éxito depende generalmente de la planificación pedagógica, la calidad de los recursos digitales y la disposición de los estudiantes para asumir un rol activo en su aprendizaje; pero sobre todo de la vocación que tenga el docente para poder guiar a los estudiantes.

2.1.3 Aula invertida en la enseñanza de las matemáticas

Las matemáticas son un campo fértil para la aplicación del aula invertida, debido a la necesidad de combinar comprensión conceptual con práctica intensiva. Tradicionalmente, el docente dedica gran parte del tiempo de clase a la explicación magistral y deja los ejercicios para la práctica autónoma. Esta dinámica suele generar frustración, ya que el estudiante se enfrenta a las dificultades más complejas en soledad. El aula invertida invierte esta lógica: el estudiante se familiariza con los conceptos a través de videos o lecturas antes de la clase, y utiliza el espacio presencial para trabajar en problemas con el acompañamiento del docente. Esta metodología ha mostrado efectos positivos en la motivación y el desempeño en matemáticas.

Además, investigaciones recientes subrayan que el aula invertida potencia el aprendizaje colaborativo. Los estudiantes discuten estrategias de resolución, comparan enfoques y construyen colectivamente el significado de los procedimientos matemáticos (Lo & Hew, 2017).

Números complejos este sistema resulta fundamental en múltiples aplicaciones de la ingeniería, la física y la electrónica.

A nivel educativo, los números complejos suelen introducirse en el Bachillerato, momento en el cual los estudiantes enfrentan varios obstáculos. Entre las principales dificultades se encuentran:

- La aceptación de un número cuya base conceptual se aparta de la experiencia cotidiana.

- La interpretación geométrica del plano complejo.
- La comprensión de operaciones como la multiplicación y división de números complejos.
- La vinculación de estos contenidos con problemas prácticos.

Estudios indican que los estudiantes tienden a memorizar procedimientos sin comprender el trasfondo conceptual, lo que limita su capacidad de aplicación en contextos nuevos. El aula invertida puede contrarrestar estas limitaciones al ofrecer recursos previos que presenten ejemplos visuales, simulaciones interactivas y aplicaciones prácticas en circuitos eléctricos o fenómenos ondulatorios, de modo que los estudiantes lleguen a la clase con una base conceptual que luego se consolida mediante actividades colaborativas.

2.1.4 Integración de aula invertida en la enseñanza de números complejos

La implementación del aula invertida en este tema puede organizarse en tres fases principales:

- Preparación autónoma: El estudiante accede a materiales digitales que explican los fundamentos de los números complejos. Estos materiales pueden incluir videos que muestren la representación en el plano complejo y lecturas con ejemplos resueltos.
- Aplicación en el aula: Durante la clase, los estudiantes resuelven problemas de suma, resta, multiplicación y división de números complejos, elaboran representaciones gráficas y abordan aplicaciones en contextos de física y electrónica.
- Consolidación y retroalimentación: Se emplean cuestionarios en línea, autoevaluaciones y debates reflexivos para verificar la comprensión.
- Este esquema favorece un aprendizaje significativo, al permitir que los estudiantes conecten los conceptos con aplicaciones prácticas y discutan las dificultades con sus compañeros y docentes.

2.1.5 Rol del docente y del estudiante

La implementación exitosa del aula invertida exige redefinir los roles tradicionales.

- Docente: deja de ser un transmisor de contenidos y se convierte en un facilitador del aprendizaje, encargado de diseñar los recursos digitales, guiar las actividades presenciales y brindar retroalimentación inmediata.

- Estudiante: asume la responsabilidad de prepararse antes de la clase, participa activamente en las actividades grupales y reflexiona sobre su propio proceso de aprendizaje.

Este cambio de roles se alinea con la necesidad de formar estudiantes autónomos, críticos y capaces de gestionar su propio aprendizaje, competencias clave en el siglo XXI (UNESCO, 2019).

2.2.6 Ventajas, limitaciones y críticas del modelo

Ventajas

- Aumenta la interacción entre estudiantes y docente.
- Favorece el aprendizaje activo y colaborativo.
- Potencia el uso de tecnologías educativas.
- Mejora la comprensión de conceptos abstractos.

Limitaciones

- Requiere acceso a recursos digitales, lo que puede generar desigualdades.
- Demanda una alta responsabilidad del estudiante.
- Implica un esfuerzo inicial considerable para el docente.

Algunos autores señalan que el aula invertida puede convertirse en una mera digitalización de la clase tradicional, sin cambios significativos en la práctica pedagógica (Zapata-Ros, 2015). Por ello, se subraya la necesidad de una planificación intencional que articule los materiales previos con las actividades en el aula.

2.1.7 Perspectivas futuras

El aula invertida se proyecta como una metodología con gran potencial en la era digital. Su combinación con estrategias como la gamificación, el aprendizaje basado en proyectos y el uso de simuladores abre posibilidades para enriquecer la enseñanza de las matemáticas.

En el caso de los números complejos, el empleo de software especializado como GeoGebra, simuladores eléctricos y aplicaciones de realidad aumentada puede facilitar la comprensión de su dimensión geométrica y de sus aplicaciones prácticas. Además, investigaciones futuras podrían explorar cómo el aula invertida impacta en la motivación intrínseca y en el desarrollo de competencias transversales como la resolución de problemas y el pensamiento crítico.

CAPÍTULO 3

3. METODOLOGÍA

En este proyecto se aplicará un diseño de investigación cuasi experimental, descriptivo, correlacional y de corte transversal. El trabajo investigativo es descriptivo debido a que se establece las diferentes características de las variables aula invertida y enseñanza de números complejos; se menciona lo correlacional debido a la medición que se realiza en dichas variables. En esta investigación utilizará el enfoque cuantitativo – cualitativo ya que se basa en obtener información que conlleva a crear tablas con datos numéricos es decir se aplicará software estadístico que permitirá comprobar hipótesis, realizar un análisis completo y conocer si existe una relación entre las dos variables en estudio.

La población objeto de estudio está conformada por los estudiantes de tercer año de bachillerato paralelo D y E de la Unidad Educativa Nacional El Triunfo. En este proyecto de investigación la población en estudio es de 63 estudiantes, los cuales están relacionados en el área de bachillerato en ciencias. Para el desarrollo de la presente investigación se utilizará el tipo de muestreo probabilístico casual, debido a que todos los estudiantes de la muestra tienen las mismas posibilidades de ser seleccionados para el desarrollo del estudio. "El muestreo probabilístico es un procedimiento de muestreo en el que cada elemento de la población tiene una probabilidad fija de ser seleccionado en la muestra" (Coto, 2021)

Entre los métodos y técnicas se debe mencionar el Analítico-Sintético el mismo que permite obtener un análisis de causa y efecto a partir de los datos recolectados para formar una estructura que permita contrastar las hipótesis presentadas y explicar los resultados obtenidos. Según (Barros, 2022) "Este método investiga los hechos, comenzando por dividir el objeto de estudio en cada una de sus partes para ser estudiadas por separado y luego integrando esas partes para estudiarlas en conjunto y como un todo. El formato de evaluación diagnóstica y la prueba estructurada del primer trimestre en la asignatura de números complejos es parte de los instrumentos que se utilizarán para la recolección de resultados, esta técnica tiene como objetivo capturar y documentar información a partir de preguntas estandarizadas dirigidas a los estudiantes de la Unidad Educativa Nacional El

Triunfo.

Dentro de la metodología didáctica que se aplicará, el docente previamente facilitará a su alumnado una serie de materiales y recursos audiovisuales de corta duración, en los cuales se recogerán los conceptos principales de las operaciones básicas con números complejos (suma, resta, multiplicación y división) para que el estudiante vea y aprenda en algún lugar y tiempo disponible, construyendo de esta manera los conocimientos previos. (Rodríguez & Palomares Ruiz, 2020).

Se crearán una serie de videos tutoriales para cada tema por parte del docente el cuál grabará una sucesión de videos explicativos. Los links de estos videos se dejarán a disposición del estudiante a través del grupo de WhatsApp, esto fomentará la independencia del alumno al permitirle gestionar a su propio ritmo de aprendizaje antes de las clases presenciales, en donde se reforzarán y ampliarán los contenidos.

Posteriormente, en el aula, el docente fomentará la participación activa mediante actividades colaborativas, ejercicios prácticos y la resolución de problemas que integren las operaciones con números complejos. Además, aplicará estrategias de trabajo individual y grupales con el fin de reforzar la resolución de los ejercicios por medio de evaluaciones formativas, controles de lectura y lecciones escritas. De esta forma, se procurará consolidar el aprendizaje, resolver dudas y estimular el pensamiento crítico y analítico de los estudiantes. Guerrero Salazar, C., Prieto López, Y., & Noroña Medina, J. (2018).

En la recolección de datos, se realiza un procesamiento estadístico mediante el uso de la computadora para probar y verificar las hipótesis propuestas. El procesamiento se realiza con base a los resultados obtenidos, que permite el tratamiento de gráficos estadísticos y tablas de evaluación de resultados con sus respectivos análisis acotando que información va a ser recopilada a través de la experimentación.

Se aplicará una evaluación diagnóstica en la asignatura de números complejos para determinar las principales dificultades para el aprendizaje. Esta evaluación permitirá tener una idea clara de las necesidades de los estudiantes y diseñar una propuesta pedagógica adecuada.

El cual permitirá elaborar una propuesta pedagógica para el aprendizaje de esta asignatura entre los estudiantes de tercer año de bachillerato, aplicando el modelo de aula invertida. Este modelo consiste en invertir el proceso de enseñanza tradicional,

donde los estudiantes aprenden los conceptos básicos en casa y luego trabajan en actividades prácticas y de resolución de problemas en el aula y para la verificación de los resultados se aplicarán evaluaciones sumativas y formativas para medir el aprendizaje y la comprensión de los conceptos de números complejos.

CAPÍTULO 4

4. RESULTADOS

4.1 Evaluación diagnóstica realizada a los estudiantes de tercero BGU de los paralelos D y E.

En la tabla que sigue se presentan los resultados de la evaluación diagnóstica:

Tabla 4. 1 Resultados de la evaluación diagnóstica (Anastacio 2025)

	32 estudiantes		31 estudiantes	
	CIENCIAS -D-		CIENCIAS -E-	
	Respuesta correcta	Respuesta incorrecta	Respuesta correcta	Respuesta incorrecta
Pregunta 1	9	23	10	21
Pregunta 2	26	6	25	6
Pregunta 3	5	27	5	26
Pregunta 4	23	9	16	15
Pregunta 5	12	20	12	19
Pregunta 6	16	16	10	21
Pregunta 7	11	21	1	30
Pregunta 8	24	8	19	12

Fuente: Unidad Educativa Nacional El Triunfo

Se pone énfasis en las preguntas que han sido respondidas incorrectamente en los siguientes gráficos de barras.

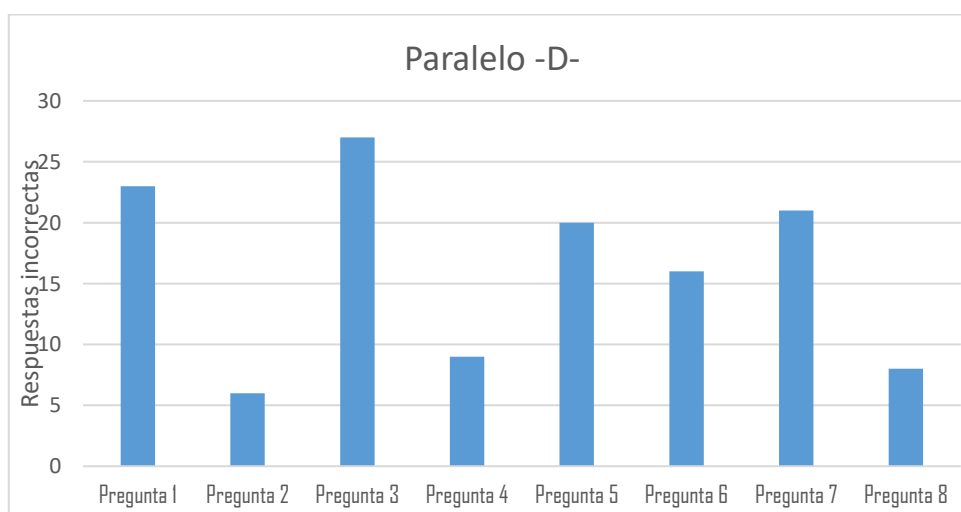


Figura 4. 2. 1 Respuestas incorrectas en evaluación diagnóstica a los estudiantes de tercero BGU paralelo D (Anastacio 2025)

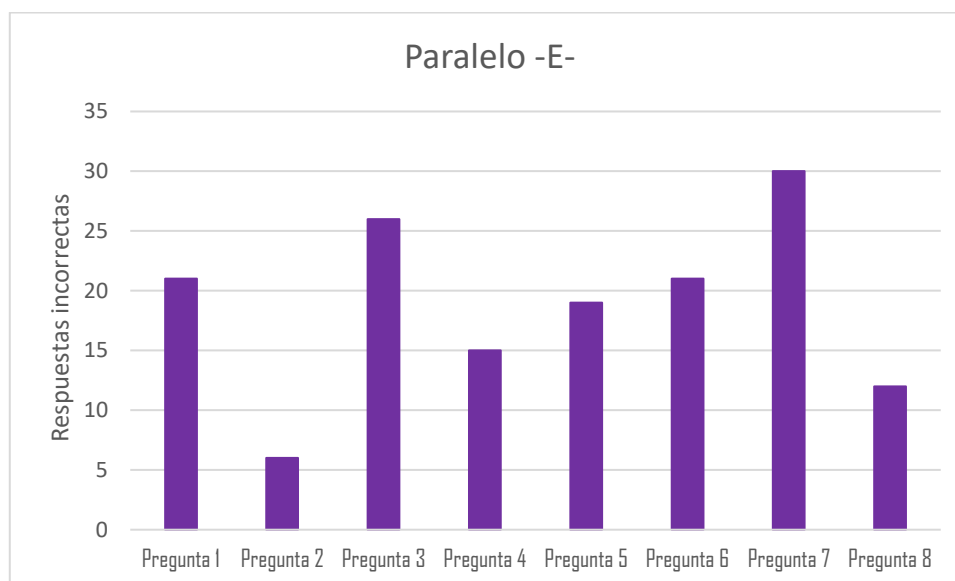


Figura 4. 2. 2 Respuestas incorrectas en evaluación diagnóstica a los estudiantes de tercero BGU paralelo E (Anastacio 2025)

Las evaluaciones diagnósticas de los alumnos del tercer año de BGU en los paralelos D y E evidencian diferencias en el rendimiento escolar entre dichos grupos. En el paralelo D, la pregunta 2 y 8 fue respondida de manera correcta por la mayor parte del alumnado, mientras que las preguntas 1, 3 y 7 resultaron con mayor índice de respuestas incorrectas. En cambio, en el paralelo E, los alumnos tuvieron un mejor rendimiento en las preguntas 2, 8 y 4; sin embargo, el mayor índice de respuestas incorrectas fueron en los ítems 7, 3, 1 y 6.

Estos hallazgos indican que los dos grupos pueden tener diferencias en cuanto a lo que ya saben o a cómo comprenden las temáticas evaluadas. Para poder diseñar estrategias de aprendizaje y enseñanza más eficaces, sería relevante examinar minuciosamente las preguntas que obtuvieron más respuestas incorrectas, con el fin de determinar los campos en los que los estudiantes presentan mayores problemas. De la misma manera la comparación entre los paralelos posibilita identificar eventuales disparidades en el nivel de conocimientos que podrían necesitar un tratamiento diferenciado por parte de los docentes en cuanto a la metodología aplicada para superar estas dificultades.

4.2 Evaluación sumativa realizada a los estudiantes de tercero BGU de los paralelos D y E.

La tabla que sigue presenta los resultados que se han alcanzado tras implementar el método de aula invertida en a los estudiantes de tercero BGU de los paralelos D.

Tabla 4. 2 Resultados obtenidos del método tradicional paralelo D (Anastacio 2025)

PARALELO -D-				
N°	Estudiantes	DIÁGNOSTICA	AULA TRADICIONAL	DIFERENCIAS
		Calificación	Calificación	
1	Alumno 5	9	9,65	0,65
2	Alumno 14	9,07	9,31	0,24
3	Alumno 4	9	9,09	0,09
4	Alumno 29	8,9	8,94	0,04
5	Alumno 9	8,6	8,67	0,07
6	Alumno 18	8,6	8,65	0,05
7	Alumno 32	8,57	8,6	0,03
8	Alumno 21	8,54	8,55	0,01
9	Alumno 25	8,53	8,55	0,02
10	Alumno 19	8,5	8,53	0,03
11	Alumno 8	8,35	8,4	0,05
12	Alumno 30	8,35	8,4	0,05
13	Alumno 17	8,3	8,31	0,01
14	Alumno 23	8	8,15	0,15
15	Alumno 28	8	8,15	0,15
16	Alumno 16	8	8,12	0,12
17	Alumno 12	8	8,03	0,03
18	Alumno 13	7,9	7,97	0,07
19	Alumno 31	7,85	7,86	0,01
20	Alumno 24	7,7	7,77	0,07
21	Alumno 22	7,6	7,64	0,04
22	Alumno 7	7,6	7,62	0,02
23	Alumno 15	7,45	7,5	0,05
24	Alumno 6	7,4	7,4	0
25	Alumno 26	7,3	7,32	0,02
26	Alumno 10	7,25	7,27	0,02
27	Alumno 20	7,15	7,17	0,02
28	Alumno 2	7,05	7,08	0,03
29	Alumno 27	7,08	7,08	0
30	Alumno 11	7	7,02	0,02
31	Alumno 3	6,6	6,6	0
32	Alumno 1	6,5	6,51	0,01
PROMEDIO			7,9972	0,0678
DESVIACIÓN ESTANDAR			0,7742	0,1184

Fuente: Unidad Educativa Nacional El Triunfo

4.3 Análisis Comparativo: Metodología Tradicional vs. Mejora de Notas en Estudiantes del Paralelo D

Este estudio realizado con los estudiantes del tercero D de la Unidad Educativa Nacional El Triunfo en el análisis de las notas de los 32 estudiantes de este paralelo en la asignatura de Números Complejos muestra un panorama mixto en cuanto a la superación académica bajo la **metodología tradicional**. Aunque un número considerable de estudiantes lograron excelentes notas, existe un alto porcentaje que no experimentó una mejora significativa, evidenciando con ello limitaciones en el enfoque tradicional para promover el aprendizaje efectivo dentro de los procesos académicos de esta asignatura.

4.3.1 Detalles del Análisis

Tabla 4.3 Distribución de Notas Primer Trimestre paralelo D (Anastacio 2025)

Rango de Notas	Número de Estudiantes	Porcentaje
8.03 - 9.65	17	53.13%
7.02 - 7.97	13	40.63%
< 7	2	6.25%

Fuente: Unidad Educativa Nacional El Triunfo

Al observar los resultados un porcentaje significativo de estudiantes obtuvieron notas Excelentes (8.03 - 9.65): 17 estudiantes (53.13%) lograron promedios destacados, indicando potencial en un grupo significativo destacando en esta parte que en la evaluación diagnóstica estos mismos estudiantes obtuvieron notas altas.

De la misma forma 13 estudiantes obtuvieron notas regulares (7.02 - 7.97) en un porcentaje de (40.63%) se ubicaron en un rango medio, sugiriendo áreas de mejora. Y dos estudiantes es decir el (6.25%) obtuvieron notas menores a 7 por lo que reprobaron la asignatura, señalando desafíos importantes para este grupo.

4.3.2 Análisis de la Metodología Tradicional

Dentro de este análisis hay que destacar que existe un bajo Índice de superación general las mejoras en las notas fueron mínimas considerando el total de estudiantes. Más de la mitad logró notas buenas/excelentes, pero un grupo

considerable (40.63%) estuvo en rangos medios y dos estudiantes no alcanzaron el mínimo aprobatorio, indicando posibles brechas en el enfoque pedagógico tradicional.

Es decir que la metodología tradicional parece tener limitaciones para asegurar un aprendizaje homogéneo y significativo para todos. Hay potencial para explorar enfoques pedagógicos alternativos o complementarios que promuevan mayor inclusión y éxito académico. Por lo tanto, es crucial identificar factores específicos (motivación, estilos de aprendizaje, apoyo) que influyeron en los resultados dispares.

Es importante por lo tanto diversificar Estrategias Pedagógicas incorporando métodos activos, colaborativos y tecnológicos para atender diferentes estilos de aprendizaje. Brindando de esta forma un apoyo focalizado identificando y apoyando de forma directa a estudiantes en riesgo de bajo rendimiento.

Tabla 4.4 Resultados obtenidos del método aula invertida paralelo E (Anastacio 2025)

PARALELO -E-				
N°	Estudiantes	DIAGNÓSTICA	AULA INVERTIDA	DIFERENCIAS
		Calificación	Calificación	
1	Alumnos 6	8	10	2
2	Alumnos 26	8	9,88	1,88
3	Alumnos 10	8,5	9,71	1,21
4	Alumnos 15	9	9,7	0,7
5	Alumnos 20	8,1	9,17	1,07
6	Alumnos 22	7	9,1	2,1
7	Alumnos 1	9	9,02	0,02
8	Alumnos 9	8	8,95	0,95
9	Alumnos 16	7	8,95	1,95
10	Alumnos 29	8	8,95	0,95
11	Alumnos 21	8	8,87	0,87
12	Alumnos 30	8	8,8	0,8
13	Alumnos 23	8	8,56	0,56
14	Alumnos 19	8	8,52	0,52
15	Alumnos 11	8,49	8,49	0
16	Alumnos 24	8	8,45	0,45
17	Alumnos 31	7	8,41	1,41
18	Alumnos 3	7	8,34	1,34
19	Alumnos 14	8,22	8,32	0,1
20	Alumnos 18	7	8,19	1,19
21	Alumnos 13	8	8,14	0,14
22	Alumnos 7	7	7,97	0,97
23	Alumnos 8	7	7,76	0,76

24	Alumnos 12	7	7,62	0,62
25	Alumnos 27	7	7,56	0,56
26	Alumnos 28	7,21	7,41	0,2
27	Alumnos 25	6	7,28	1,28
28	Alumnos 4	6,3	7,24	0,94
29	Alumnos 2	6	7,13	1,13
30	Alumnos 5	6,02	7,09	1,07
31	Alumnos 17	6	7	1
PROMEDIO			8,4058	0,9271
DESVIACIÓN ESTANDAR			0,8536	0,5663

Fuente: Unidad Educativa Nacional El Triunfo

4.6 Análisis Comparativo: Metodología de Aula Invertida vs. Mejora de Notas en Estudiantes del Paralelo E

Al realizar el análisis de las notas de los 31 estudiantes del paralelo E en la asignatura de Números Complejos existen resultados positivos asociados con la implementación de la metodología de Aula Invertida. Se observa un alto índice de superación académica, con la totalidad de estudiantes aprobando la asignatura y una proporción significativa alcanzando notas excelentes.

4.6.1 Detalles del Análisis

Tabla 4.5 Distribución de Notas Primer Trimestre paralelo E (Anastacio 2025)

Rango de Notas	Número de Estudiantes	Porcentaje
8.04 - 10	21	67.74%
7.00 - 7.92	10	32.26%
< 7	0	0

Fuente: Unidad Educativa Nacional El Triunfo

Del total de 21 estudiantes (67.74%) lograron promedios destacados entre (8.04 - 10), indicando un impacto positivo significativo de la metodología. Un total de 10 estudiantes (32.26%) se ubicaron en un rango aprobatorio medio de (7.00 - 7.92) y ningún estudiante reprobó la asignatura (< 7 = 0%), reflejando efectividad del enfoque de Aula Invertida.

4.6.2 Análisis de la Metodología de Aula Invertida

Se logro con esta metodología un alto Índice de Superación es decir que los resultados sugieren que el Aula Invertida promovió mejoras sustanciales en el aprendizaje de Números Complejos. Existe una dinámica de mayor participación y autonomía porque este enfoque suele fomentar mayor compromiso y

preparación previa por parte de los estudiantes permitiendo ser partícipes activos en la construcción del conocimiento. Y lo mejor de este método es que permite aprendizaje personalizado el mismo que posibilita atención diferenciada según necesidades individuales.

Entre las ventajas observadas se evidencia que existe un mayor Porcentaje de notas altas 67.74% con notas entre 8.04 y 10 evidencian impacto positivo. Y todos los estudiantes aprobaron, indicando efectividad inclusiva del método. Potenciando un aprendizaje activo fermentando colaboración y resolución de problemas en clase.

Factores importantes de esta metodología como motivación, apoyo docente y características de los estudiantes pueden han influido significativamente en comparación con Metodología Tradicional y contrastando con resultados del paralelo D (metodología tradicional), sugiere mayor efectividad del Aula Invertida en este caso. Con estos resultados se debe considerar expansión del modelo Aula Invertida en otras asignaturas/grupos y fortalecer habilidades de los profesores en esta metodología de aula invertida.

Tabla 4. 6 Cuadro comparativo del método tradicional paralelo D y el método de aula invertida del paralelo E (Anastacio 2025)

CUADRO COMPARATIVO				
N°	Estudiantes	PARALELO D	PARALELO E	Estudiantes
		Calificación	Calificación	
1	Alumno 5	0,65	2	Alumnos 6
2	Alumno 14	0,24	1,88	Alumnos 26
3	Alumno 4	0,09	1,21	Alumnos 10
4	Alumno 29	0,04	0,7	Alumnos 15
5	Alumno 9	0,07	1,07	Alumnos 20
6	Alumno 18	0,05	2,1	Alumnos 22
7	Alumno 32	0,03	0,02	Alumnos 1
8	Alumno 21	0,01	0,95	Alumnos 9
9	Alumno 25	0,02	1,95	Alumnos 16
10	Alumno 19	0,03	0,95	Alumnos 29
11	Alumno 8	0,05	0,87	Alumnos 21
12	Alumno 30	0,05	0,8	Alumnos 30
13	Alumno 17	0,01	0,56	Alumnos 23
14	Alumno 23	0,15	0,52	Alumnos 19
15	Alumno 28	0,15	0	Alumnos 11
16	Alumno 16	0,12	0,45	Alumnos 24
17	Alumno 12	0,03	1,41	Alumnos 31
18	Alumno 13	0,07	1,34	Alumnos 3
19	Alumno 31	0,01	0,1	Alumnos 14

20	Alumno 24	0,07	1,19	Alumnos 18
21	Alumno 22	0,04	0,14	Alumnos 13
22	Alumno 7	0,02	0,97	Alumnos 7
23	Alumno 15	0,05	0,76	Alumnos 8
24	Alumno 6	0	0,62	Alumnos 12
25	Alumno 26	0,02	0,56	Alumnos 27
26	Alumno 10	0,02	0,2	Alumnos 28
27	Alumno 20	0,02	1,28	Alumnos 25
28	Alumno 2	0,03	0,94	Alumnos 4
29	Alumno 27	0	1,13	Alumnos 2
30	Alumno 11	0,02	1,07	Alumnos 5
31	Alumno 3	0	1	Alumnos 17
32	Alumno 1	0,01		
PROMEDIO		0,0678	0,9271	
DESVIACIÓN ESTÁNDAR		0,1184	0,5663	

Fuente: Unidad Educativa Nacional El Triunfo

La comparación entre el grupo experimental, que utilizó la Propuesta Pedagógica Basada en Aula Invertida (PPAI), y el grupo de control, que empleó la metodología tradicional convencional, es lo que organiza el análisis de resultados.

Los datos adquiridos en la variable de rendimiento académico (uso y comprensión de números complejos) mostraron que el grupo experimental logró una media de 0.92, lo cual es significativamente más alto que los 0.07 puntos del grupo control. Para calcular la influencia de la PPAI, se utilizó la prueba t de student para muestras independientes, con un nivel de significancia de $\alpha=0.05$. Se contrastó la hipótesis nula ($H_0: \mu_{PPAI} \leq \mu_{Control}$) frente a la alternativa ($H_a: \mu_{PPAI} > \mu_{Control}$). Los cálculos arrojaron un valor t de 1.95, el cual se sitúa claramente en la región de rechazo de H_0 . Este estadístico de prueba tan elevado indica que la diferencia observada entre las medias no es producto del azar muestral.

El estadístico t mide cuántas unidades de error estándar se encuentra la diferencia entre las medias muestrales respecto a la diferencia hipotetizada (que es 0 en H_0). La fórmula utilizada es:

$$t = \frac{\bar{X}_I - \bar{X}_T}{\sqrt{S_p \left(\frac{1}{n_T} + \frac{1}{n_I} \right)}} = \frac{0.9271 - 0.0678}{\sqrt{0.17 \left(\frac{1}{32} + \frac{1}{31} \right)}} = 8.27$$

Por lo cual, para la toma de decisiones estadísticas, el resultado de la prueba t es concluyente cuando su valor p asociado es inferior a 0.001 ($p < 0.05$). Se desecha

la hipótesis nula (H_0) que sostiene que la puesta en marcha de la PPAI no afecta el entendimiento y empleo de los números complejos, dado que el valor p está por debajo del nivel de significancia previamente fijado ($\alpha=0.05$).

La hipótesis de investigación (H_a) es aceptada con base en esta negativa: La puesta en práctica de una propuesta pedagógica basada en el aula invertida tiene un impacto significativo y positivo en la comprensión y aplicación de los números complejos por parte de los estudiantes del tercer año de bachillerato. Esta aceptación está respaldada por la evidencia empírica que muestra que el grupo que utilizó la metodología aula invertida logró un mejor rendimiento, lo cual valida esta propuesta pedagógica como una táctica eficaz para enseñar contenidos matemáticos complejos. Esto se debe a que fomenta más autonomía y tiempo dedicado en clase a la práctica y solución de problemas.

La distribución de notas para el Paralelo D, utilizando el método tradicional, muestra una fuerte concentración en los rangos medios, lo cual coincide con la media de la muestra: 7.99. Según los datos, la mayoría de los alumnos (cerca del 65.6%, con 21 casos de un total de 32) se encuentra en el rango [7.36,8.21] y [8.21,9.06], alcanzando así un nivel medio o "satisfactorio" cuando se evalúan números complejos. No obstante, la existencia de 8 alumnos en el rango más bajo (6.51,7.36) indica que cerca de un cuarto del grupo tuvo problemas importantes para comprender los contenidos básicos.

También se observa que el número de estudiantes en el rango de excelencia (9.06, 9.91) es mínimo (solo tres casos), lo que sugiere que el modelo tradicional no fue capaz de motivar a la mayoría para aplicar y entender a fondo la materia.

El Paralelo E, que implementó la propuesta educativa de Aula Invertida (PPAI), evidencia un desplazamiento positivo en la distribución de las notas, lo cual confirma visualmente que su media (8.41) es superior. Un resultado vital para nuestra investigación es que la distribución de frecuencias se inclina notablemente hacia los rangos más altos, en comparación con el grupo control. A pesar de que la mayor concentración (21 alumnos) se encuentra en el segundo intervalo (8.04 - 10), la PPAI resultó ser más eficaz para fomentar un rendimiento elevado. Un total de 10 estudiantes están (7.00 - 7.92), y ninguno tiene bajo rendimiento reflejando efectividad del enfoque de Aula Invertida. Este aumento sugiere que la

PPAI propició una asimilación y aplicación independiente de los números complejos, componentes fundamentales de la hipótesis. Esto hace prever un resultado estadísticamente significativo al descartar la hipótesis nula.

CAPÍTULO 5

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

La implementación de una propuesta pedagógica basada en el modelo de aula invertida para la comprensión y aplicación de los números complejos en estudiantes de tercer año de Bachillerato permite concluir lo siguiente:

El diagnóstico permitió evidenciar las dificultades que presentaban los estudiantes especialmente en la comprensión de los números complejos, tanto en el plano conceptual como en el procedimental. A través de la claridad en cuanto a estas limitaciones que se relacionan con la percepción de abstracción de los temas que se desarrollan en clases, la falta de conexión con aplicaciones prácticas y la enseñanza centrada en la transmisión de contenidos. Este análisis resultó esencial para orientar la propuesta pedagógica hacia las necesidades reales del grupo.

El diseño de una propuesta pedagógica sustentada en el aula invertida demostró ser pertinente para la enseñanza de los números complejos. Al trasladar la explicación teórica fuera del aula mediante recursos digitales y aprovechar el tiempo de clase para resolver problemas y aplicar conocimientos, se favoreció un aprendizaje más activo, autónomo y significativo.

La aplicación de evaluaciones sumativas permitió evidenciar mejoras en el rendimiento académico y en la confianza de los estudiantes al trabajar con operaciones y representaciones de números complejos. Los resultados sugieren que la metodología contribuyó a reducir las dificultades detectadas en el diagnóstico inicial y a fortalecer la capacidad de los estudiantes para aplicar los conceptos en distintos contextos.

El modelo de aula invertida transformó los roles tradicionales: el docente de la Unidad Educativa Nacional El Triunfo asumió una función de mediador y guía, en cambio los estudiantes se convirtieron en protagonistas activos en la construcción de su propio conocimiento. Este cambio favoreció la colaboración, la autorregulación y el desarrollo de habilidades metacognitivas que permiten obtener una educación de calidad.

Este proyecto abre la posibilidad de realizar y replicar la metodología activa de aula invertida en otros temas de las matemáticas y en distintas asignaturas del Bachillerato en la Unidad Educativa Nacional El Triunfo. De la misma manera se plantea la necesidad de continuar perfeccionando los recursos digitales y de fortalecer el compromiso de los estudiantes en el aprendizaje autónomo para maximizar los beneficios del aula invertida y se logre que la construcción del conocimiento en temas relacionados a Matemáticas.

5.2. Recomendaciones

Es importante dedicar tiempo a escuchar y observar a los estudiantes. No basta con obtener resultados a través de sus notas, es necesario también indagar en cómo perciben los números complejos, además las emociones les despiertan y sus principales miedos o motivaciones al aprender esta asignatura. Este acercamiento permitirá diseñar actividades que conecten mejor con sus necesidades reales y logren mejores resultados académicos.

El éxito del aula invertida depende en gran medida del papel del docente. Los docentes deben recibir espacios de capacitación y acompañamiento, tanto en el manejo de herramientas digitales y en la forma de guiar a los estudiantes en un aprendizaje más autónomo y activo. Un docente seguro y motivado transmite confianza y contagia entusiasmo en los estudiantes de su grupo para obtener una construcción del conocimiento más dinámica y activa.

Es importante recordar que cada uno de los estudiantes tiene una forma distinta de aprender es decir que en el grupo existe variedad como por ejemplo algunos prefieren lo visual, otros lo auditivo y otros lo práctico. Por ello, se recomienda utilizar recursos como videos breves, infografías, simuladores interactivos o ejercicios en línea. De esta forma, los contenidos resultan más atractivos y se facilita la comprensión de un tema tan abstracto como los números complejos.

El aula invertida exige que los estudiantes asuman un papel más activo, revisando materiales antes de la clase y participando con compromiso en las actividades. Para motivarlos, se pueden proponer dinámicas sencillas como cuestionarios previos, debates o reflexiones cortas que demuestren que su preparación individual tiene un valor real dentro del grupo.

Se recomienda para este trabajo de investigación documentar los logros y aprendizajes de esta propuesta. Socializar los resultados con el equipo docente y con la comunidad educativa para lograr que más estudiantes se beneficien del aula invertida y su aprendizaje sea más participativo y activo. Además, este tipo de experiencias ayudan a construir una cultura escolar que valora la innovación.



Referencias

- Ausubel. (1963). *The psychology of meaningful verbal learning*. EE.UU: Grune & Stratton.
- Ausubel. (1963). *The psychology of meaningful verbal learning*. Grune & Stratton. d.p.
- Barros. (2022). *Métodos para la investigación*. Lima: Trillas.
- Bergmann, J. (2021). *Aprender al revés*. Mexico: Paidós.
- Cabali. (01 de 01 de 2020). Solidez en los conocimientos de los estudiantes. *Web of science*, pág. 383.
- Coto. (2021). *Evaluación de la lección magistral*. España: Revista española de pedagogía.
- García. (2020). *La COVID-19: ¿enzima de la transformación digital de la docencia o reflejo de una crisis metodológica y competencial en la educación superior?* . Lima: Campus Virtuales.
- García. (2020). *Los procesos educativos en matemáticas*. Lima: Trillas.
- García. (2021). *La COVID-19: ¿enzima de la transformación digital de la docencia o reflejo de una crisis metodológica y competencial en la educación superior?* . Campus Virtuales,.
- Jliménez. (3 de 3 de 2020). Aprendizaje de los números complejos desde la teoría. *Uniandes*, pág. 62.
- Longe. (2023). *Números complejos*. España: libretext.
- Parra. (2020). *Didáctica de las matemáticas. Aportes y reflexiones*. 45.
- Piaget. (1972). *Psicología y pedagogía*. . Mexico: Ariel.

Apéndices y anexos

Apéndice A:


Evaluación diagnóstica 1/1

UNIDAD EDUCATIVA NACIONAL			
EL TRIUNFO			
 <small>DIRECCIÓN DISTRITAL 08016 EL TRIUNFO - GRAL ANTONIO ELIZALDE Ministerio de Educación</small>	<small>Código Amie: 09H04058 Dirección: Av. Simón Bolívar y Calle Adolfo Rodríguez El Triunfo - Guayas - Ecuador Teléfono: 2010050 - 2010822</small>		
Estudiante:		Curso:	Tercero
Docente:	Mgtr. Luis Álvarez – Mgtr. Juan Anastacio	Paralelo:	
Área:	Matemáticas	Fecha:	
Asignatura:	Número complejos	Año lectivo:	2025 – 2026

EVALUACIÓN DIAGNÓSTICA DE APRENDIZAJES Art. 21 RG-LOEI


Evaluación de niveles de logro de aprendizaje Indicadores:	Calificación cuantitativa (10,00 pts.)	Calificación Cualitativa (DA, AA, PA, SA)
Instrucciones: <ul style="list-style-type: none"> • Lea las instrucciones correctamente y resuelve los siguientes ejercicios. • La evaluación consta de 8 ítems. • Mantenga una cultura de orden, evite realizar borrones, tachones y enmendaduras. • Practique el valor de la honestidad académica. • Éxitos en el desarrollo de la evaluación. 		
Destrezas con criterio de desempeño Objetivo: O.M.5.1. Proponer soluciones creativas a situaciones concretas de la realidad nacional y mundial mediante la aplicación de las operaciones básicas de los diferentes conjuntos numéricos, y el uso de modelos funcionales, algoritmos apropiados, estrategias y métodos formales y no formales de razonamiento matemático, que lleven a juzgar con responsabilidad la validez de procedimientos y los resultados en un contexto. Reducción de términos semejantes: Resuelve las siguientes sumas y resta de términos semejantes y subraya la respuesta correcta.		
M.5.1.1. Aplicar las propiedades algebraicas de los números reales en la resolución de productos notables y en la factorización de expresiones algebraicas. CM	1. $8a + 7a^2 - 5a^2 + 12a + 4a^2 - 2a^3 =$ a) $20a + 11a^2 - 7a^3$ b) $20a + 7a^2 - 3a^3$ c) $24a$	1,00 pts.
	2. $5x + (3x - 2y) - (x + 4y)$ a) $7x - 6y$ b) $13xy$ c) 13	1,00 pts.
	3. $-(x + y) + [4x - 3y + \{-7x - 4y - (-8y + 6x - 6y)\} - 6x]$ a) $-16x + 6y$ b) $16x - 6y$ c) $-16x - 6y$	1,00 pts.
	Diferencia de cuadrados: Resuelve las siguientes diferencias de cuadrados y subraya la respuesta correcta.	
M.5.1.1. Aplicar las propiedades algebraicas de los números reales en la resolución de productos notables y en la factorización de expresiones algebraicas. CM	4. $(b + 10) \cdot (b - 10)$ a) $b^2 + 20$ b) $b + 100$ c) $b^2 - 100$	1,5 pts.
	5. $(x + 8) \cdot (x - 8)$ a) $2x + 16$ b) $x^2 + 16$ c) $x^2 - 64$	1,5 pts.

Coordinación de Educación Zona 5




Apéndice B:

Evaluación diagnóstica 1/2







UNIDAD EDUCATIVA NACIONAL
EL TRIUNFO
Código Arribe: 09H06058
Dirección: Av. Simón Bolívar y Calle Adolfo Rodríguez
El Triunfo - Guayas - Ecuador
Teléfono: 2010050 - 2010622




Producto notable: Resuelve el siguiente ejercicio binomio al cuadrado		
	6. $(5x + 3)^2$	1,00 pts
	a) $5x^2 + 10x + 9$ b) $25x^2 + 30x + 9$ c) $-5x^2 + 5x + 9$	
Propiedades de las potencias:		
<p>M.5.1.2. Deducir propiedades algebraicas de la potenciación de números reales con exponentes enteros en la simplificación de expresiones numéricas y algebraicas.</p>	<p>8. Resuelva y escriba la respuesta correcta:</p> <p>a) $(x + y)^0 =$</p> <p>b) $(5)^{-3} =$</p> <p>c) $(20)^1 =$</p> <p>d) $(x, y)^2 =$</p>	2,00 pts.

ESCALA DE VALORACIÓN		
ESCALA CUALITATIVA		ESCALA CUANTITATIVA
Distinta los aprendizajes	DA	9,00 - 10,00
Alcanza los aprendizajes	AA	7,00 - 8,99
Está próximo a alcanzar los aprendizajes	PA	4,01 - 6,99
No alcanza los aprendizajes	NA	<=4,00

DOCENTE/S	COORDINADOR DE ÁREA	VICERRECTOR (E)	ESTUDIANTE
<p>Docente</p> <p>Mgtr. Luis Álvarez C.</p> <p>Mgtr. Juan Anastacio B.</p> <p>FIRMA: </p> <p>FECHA: 21-05-2025</p>	<p>Mgtr. Dairy Leones</p> <p>FIRMA: </p> <p>FECHA: 21-05-2025</p>	<p>Mgtr. Julio Baquerizo</p> <p>FIRMA: </p> <p>FECHA: 21-05-2025</p>	<p>FIRMA:</p> <p>FECHA: 21-05-2025</p>



Coordinación de Educación Zona 5



Apéndice C:

Evaluación sumativa 1/1

UNIDAD EDUCATIVA NACIONAL EL TRIUNFO			
 DIRECCIÓN DISTRITAL DE EL TRIUNFO - GRAL. ANTONIO ELIZALDE Ministerio de Educación	Código Amie: 09H04058 Dirección: Av. Simón Bolívar y Calle Adolfo Rodríguez El Triunfo - Guayas - Ecuador Telefax: 2010050 - 2010822	 UNIDAD EDUCATIVA NACIONAL EL TRIUNFO	
Estudiante:		Curso:	TERCERO BGU
Docente:	ING.JAVIER ANASTACIO BOWEN, MGTR	Paralelo:	
Área:	MATEMÁTICAS	Fecha:	
Asignatura:	OP. NÚMEROS COMPLEJOS	Año lectivo:	2025 - 2026
EVALUACIÓN SUMATIVA DEL PRIMER TRIMESTRE, REG.LOEI Art. 34			
Indicadores esenciales de evaluación:			Calificación cuantitativa
<ul style="list-style-type: none"> • I.ONCDM.5.1.1. Define un número complejo y opera aplicando las propiedades de la adición y multiplicación con el conjunto de los números complejos. (I.1.) (I.4.). • I.ONCDM.5.1.2. Analiza y representa la estructura de un número complejo de forma binómica, geométrica y polar en la resolución de ejercicios varios. (I.3.) (I.4.) (J.4.) 			
Instrucciones:			Calificación cualitativa
<ul style="list-style-type: none"> • Lee las instrucciones correctamente y resuelve. • La evaluación consta de 7 ítems. • Dispone de 60 minutos para resolver la evaluación. • Mantenga una cultura de orden, evite realizar borrones, tachones y enmendaduras. • Practique el valor de la honestidad académica. • Éxitos en el desarrollo de la evaluación. 			
Destrezas con criterio de desempeño	Actividades en las que se evalúa el nivel de logro de los aprendizajes (100%)		
ONCDM.5.1.1. Analizar la construcción histórica de los números complejos y los aportes a la matemática.	Tema a ser evaluado: Números complejos		
	1. Escriba la V(verdadero) o F (falso), en el casillero de la derecha de las siguientes afirmaciones según corresponda		1,00 pt.
	a. El número 0 se originó en la India.	()	
	b. Un número complejo está representado de la forma $z = a + bi$.	()	
	c. La unidad imaginaria i representa -1	()	
d. Para encontrar el conjugado de un numero complejo, simplemente se cambia el signo de la parte real.	()		
ONCDM.5.1.2. Definir un número complejo como la combinación de dos componentes llamadas: parte real y parte imaginaria.	Tema a ser evaluado: Unidad Imaginaria		
	2. Representa las siguientes raíces en términos de la unidad imaginaria i		1,00 pt.
	$3 + \sqrt{-36}$		
a.) $9i$	b.) $3 + 6i$	c.) 9	d.) Ninguna
	Tema a ser evaluado: suma y resta de números imaginarios		
	3. Efectúa las siguientes operaciones		2,00 pt.
	$\sqrt{-9} + 3\sqrt{-4}$		
a.) $3i + 3$	b.) 9	c.) $9i$	d.) Ninguna

Apéndice D: Evaluación sumativa 1/2



UNIDAD EDUCATIVA NACIONAL

EL TRIUNFO



Código Amie: 09H04058
Dirección: Av. Simón Bolívar y Calle Adolfo Rodríguez
El Triunfo – Guayas - Ecuador
Telefax: 2010050 - 2010822



	Tema a ser evaluado: suma, resta multiplicación y división de números complejos	
ONCDM.5.1.3. Comprende y aplicar propiedades algebraicas de las operaciones de adición y producto en cálculos con números complejos, en la resolución de ejercicios numéricos y problemas de aplicación.	4. Resuelve y encierra la respuesta correcta de la siguiente Suma de números complejos $z + w$	2,00 pt.
	$z = -4 + 5i$; $w = 8 - 2i$ a.) $z + w = -4 + 3i$ b.) $z + w = -12 - 7i$ c.) $z + w = 4 + 3i$ d.) <i>Ninguna</i>	
	5. Resuelve y encierra la respuesta correcta de la siguiente Resta de números complejos	2,00 pt.
	$(4 - 2i) - (-3 + 4i)$ a.) $7 - 6i$ b.) $7 + 6i$ c.) $-7 - 6i$ d.) <i>Ninguna</i>	
	Tema a ser evaluado: Potencia de i	
ONCDM.5.1.6. Calcular la potencia de un número complejo con exponentes enteros aplicando la fórmula de Moivre y las raíces n-ésimas de un número complejo.	6. Resuelve el siguiente ejercicio de potencia de i	1,00 pt.
	$i^9 - i^9 + i^{10}$ a.) $-i$ b.) -1 c.) i^2 d.) <i>Ninguna</i>	

Apéndice E:

Evaluación sumativa 1/3

 DIRECCIÓN DISTRITAL DD16 EL TRIUNFO - GRAL. ANTONIO ELIZALDE Ministerio de Educación	UNIDAD EDUCATIVA NACIONAL EL TRIUNFO Código Amie: 09H04058 Dirección: Av. Simón Bolívar y Calle Adolfo Rodríguez El Triunfo - Guayas - Ecuador Telefax: 2010050 - 2010822	
Actividad relacionada con la metacognición		
Tema a ser evaluado: Números complejos		
7. ¿De los temas alcanzado en este primer trimestre sobre números complejos, cual es el tema que se hizo complicado comprender y por qué?	1,00 pt.	

ESCALA DE VALORACIÓN		
ESCALA CUALITATIVA		ESCALA CUANTITATIVA
Domina los aprendizajes	DAR	9,00-10,00
Alcanza los aprendizajes	AAR	7,00 -8,99
Está próximo a alcanzar los aprendizajes	PAR	4,01 - 6,99
No alcanza los aprendizajes	NAR	0-4

DOCENTE	DIRECTOR DE ÁREA	VICERRECTOR (E)	ESTUDIANTE
Ing. Javier Anastasio B., Mgr.	Leda. Dairy Leones, Mgr.	Leda. Julio Baquerizo C, Mgr.	
FIRMA: 	FIRMA: 	FIRMA: 	FIRMA:
FECHA: 29/03/2025	FECHA: 29/03/2025	FECHA: 30/03/2025	FECHA:



Apéndice F:

Pruebas de control de lectura

**Unidad Educativa
Nacional El Triunfo**
Enseñanza que inspira

El Triunfo - Ecuador
Dirección: Avenida Simón Bolívar y Adolfo Rodríguez

**ÁREA DE CIENCIAS MATEMÁTICAS
ASIGNATURA: MATEMÁTICA SUPERIOR**

Prueba de control de lectura # 2

Nombre del estudiante: _____

Curso: _____

Fecha: _____

Números Complejos y Potencias de i

1. 1. ¿Cuál es la forma general de un número complejo?

- A) $a - bi$
- B) $a + b$
- C) $a + bi$
- D) $ai + b$
- E) $ab + i$

2. 3. ¿Cuál es la parte imaginaria del número complejo $z = -3 + 4i$?

- A) -3
- B) 4
- C) i
- D) -4
- E) 3

3. ¿Cuál es el conjugado del número complejo $z = 6 + 5i$?

- A) $-6 - 5i$
- B) $6 - 5i$
- C) $-6 + 5i$
- D) $6 + 5i$
- E) $-6 + i$

4. 6. ¿Qué valor tiene i^2 ?

- A) 1
- B) -1
- C) i
- D) $-i$
- E) 0

Apéndice G:

Solicitud de autorización

0012

El Triunfo, 12 de mayo del 2025

MSc. Lourdes Bajaan Jiménez
RECTORA U.E. NACIONAL EL TRIUNFO

De mis consideraciones:

Yo, **Juan Javier Anastacio Bowen**, con cédula de identidad **091950214-6**, en calidad de docente, me dirijo a usted con el debido respeto para solicitar la autorización para realizar un proyecto en la Unidad Educativa Nacional El Triunfo.

Detalles del Proyecto:

- Título del Proyecto: Implementación de aula invertida como propuesta pedagógica para la enseñanza de números complejos en los estudiantes del tercer año de Bachillerato General.
- Objetivo: Implementar una propuesta pedagógica basada en aula invertida para la comprensión y aplicación de los números complejos entre los estudiantes de tercer año de bachillerato.
- Beneficiarios: estudiantes y comunidad educativa.
- Duración: 4 meses
- Actividades principales:
 - Diagnosticar las principales dificultades para el aprendizaje de números complejos en los estudiantes de tercer año de bachillerato a través de una evaluación.
 - Diseñar una propuesta pedagógica para el aprendizaje de números complejos implementando el modelo de aula invertida.
 - Medir la eficacia de la propuesta pedagógica de aula invertida por medio de evaluaciones sumativas a los estudiantes de tercer año de bachillerato.

El proyecto se centra en el diseño e implementación de aula invertida como propuesta pedagógica para la enseñanza de la asignatura de números complejos en los estudiantes del tercer año de Bachillerato General Unificado, partiendo de las dificultades relacionadas con el aprendizaje, por lo cual, se evidencia la importancia de estudiar la comprensión de los números complejos.

Consideramos que este proyecto puede contribuir positivamente al desarrollo académico de la Unidad Educativa Nacional El Triunfo y sus estudiantes.

Solicito:

- Autorización para llevar a cabo el proyecto en las instalaciones de la institución.
- Apoyo logístico y/o colaboración según sea necesario para el éxito del proyecto.
- Coordinación con los departamentos pertinentes para asegurar la adecuada implementación.

Agradezco de antemano su consideración y apoyo. Estoy dispuesto a proporcionar cualquier información adicional que sea requerida y a trabajar en estrecha colaboración con la institución para asegurar el éxito del proyecto.

Quedo atento a su respuesta y agradezco su tiempo y atención.

Atentamente,


Juan Javier Anastacio Bowen
C.I.: 0919502146



Apéndice H:

Respuesta a solicitud de autorización



UNIDAD EDUCATIVA NACIONAL EL TRIUNFO



Dirección: Av. Simón Bolívar y Adolfo Rodríguez.
Teléfono: 2010650 - 2010822 email: colegioeltriunfo@hotmail.es
EL TRIUNFO - GUAYAS - ECUADOR

El Triunfo, 19 de mayo de 2025

Oficio N.º 0013-RECT-UE.NT-2025

Señor
Juan Javier Anastacio Bowen
Unidad Educativa Nacional El Triunfo

Asunto: Aprobación de autorización para ejecución de proyecto pedagógico

De mi consideración:

En atención a su solicitud presentada con fecha **13 de mayo de 2025**, relacionada con la implementación del proyecto titulado: *"Implementación de aula invertida como propuesta pedagógica para la enseñanza de números complejos en los estudiantes del tercer año de Bachillerato General"*, tengo a bien autorizar la ejecución del mismo en las instalaciones de la Unidad Educativa Nacional El Triunfo.

La propuesta se considera pertinente, ya que contribuye al fortalecimiento de las prácticas pedagógicas innovadoras y promueve el aprendizaje significativo de los estudiantes. En tal virtud, se dispone:

1. Coordinar con el Departamento Académico y el área de Matemática para la planificación y seguimiento del proyecto.
2. Socializar el cronograma de actividades con los docentes involucrados para asegurar su correcta implementación.
3. Remitir un informe final de resultados y recomendaciones al concluir el proceso, con el fin de evaluar los logros obtenidos y las oportunidades de mejora.

Agradezco su compromiso con el desarrollo académico de nuestros estudiantes y su disposición para incorporar metodologías activas que fomenten el pensamiento crítico y la comprensión matemática.

Sin otro particular, le reitero mi apoyo institucional y le deseo éxitos en el desarrollo de su proyecto.

Atentamente,


MSc. Lourdes Bajahá
RECTORA



La Unidad Educativa "El Triunfo" ofrece una educación inclusiva integral de calidad que promueve el desarrollo académico, personal y social de nuestros estudiantes, preparándolos para enfrentar los desafíos del mundo actual y contribuir de manera positiva a la sociedad.

Apéndice I:

Evidencias fotográficas

