

DOI: <https://doi.org/10.56712/latam.v6i1.3541>

***Flipped classroom* y trabajo cooperativo en el aprendizaje de números irracionales mediante TIC**

Flipped classroom and cooperative learning in the study of irrational numbers using ICT

Yulissa del Rosario Quinteros Yépez

hmae.yulissa.quinteros@lasalleatuntaqui.org

<https://orcid.org/0009-0004-4666-8900>

Unidad Educativa "Hermano Miguel" La Salle – Atuntaqui
Ibarra – Ecuador

Daniela Maritza Cuasqui Pupiales

danycuas@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0002-8063-4005>

Unidad Educativa "Celica"
Pimampiro – Ecuador

María Gabriela Estévez Anrango

Gabriela@uell.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0000-4820-3649>

Unidad Educativa "Las Lomas" - Cotacachi
Cotacachi – Ecuador

Artículo recibido: 19 de febrero de 2025. Aceptado para publicación: 5 de marzo de 2025.
Conflictos de Interés: Ninguno que declarar.

Resumen


La educación de hoy en día necesita innovación, sobre todo en asignaturas como las matemáticas que por sus características abstractas demandan de la implementación de metodologías activas para mejorar el aprendizaje de los educandos. Este trabajo se centró en diseñar y desarrollar una propuesta basada en el Flipped Classroom (FC), Aprendizaje Cooperativo (AC) y el uso de Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en la Unidad Educativa "Hermano Miguel" La Salle Atuntaqui, con el objetivo de mejorar la comprensión de los números irracionales en estudiantes de noveno año de Educación General Básica Superior. El enfoque FC permite a los estudiantes aprender conceptos teóricos en casa mediante recursos interactivos, dejando el tiempo de clase para actividades prácticas. El AC fomenta el trabajo colaborativo, donde los estudiantes comparten conocimientos y se apoyan mutuamente, generando motivación y compromiso. Las TIC, a su vez, facilitan la visualización de conceptos abstractos y el acceso a herramientas dinámicas. El estudio, con diseño cuasiexperimental y enfoque cuantitativo, evaluó a 74 estudiantes divididos en 38 del grupo experimental y 36 del grupo control. Al grupo experimental se aplicaron actividades basadas en la propuesta pedagógica, mientras que el grupo control siguió clases en base a la planificación. Terminada la intervención, se evidenció una notable mejora en el desempeño del grupo experimental, mostrando un aprendizaje más significativo y autónomo. Los resultados destacan que la aplicación de la propuesta es una estrategia eficaz para abordar los desafíos en la enseñanza de Matemática, promoviendo el éxito académico.

Palabras clave: flipped classroom, aprendizaje cooperativo, TIC, números irracionales

Abstract

Today's education requires innovation, especially in subjects like mathematics, which, due to their abstract nature, demand the implementation of active methodologies to improve student learning. This study focused on designing and developing a proposal based on Flipped Classroom (FC), Cooperative Learning (CL), and the use of Information and Communication Technologies (ICT) at the "Hermano Miguel" La Salle Atuntaqui Educational Unit, with the aim of improving the understanding of irrational numbers among ninth-grade students of Upper Basic General Education. The FC approach allows students to learn theoretical concepts at home through interactive resources, leaving class time for practical activities. CL fosters collaborative work, where students share knowledge and support each other, generating motivation and commitment. ICT, in turn, facilitates the visualization of abstract concepts and access to dynamic tools. The study, with a quasi-experimental design and a quantitative approach, evaluated 74 students, divided into 38 from the experimental group and 36 from the control group. The experimental group underwent activities based on the pedagogical proposal, while the control group followed classes based on the regular curriculum. After the intervention, a notable improvement in the experimental group's performance was observed, demonstrating more significant and autonomous learning. The results highlight that the implementation of the proposal is an effective strategy to address challenges in teaching mathematics, promoting academic success.

Keywords: flipped classroom, cooperative learning, ICT, irrational numbers

Todo el contenido de LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades, publicado en este sitio está disponibles bajo Licencia Creative Commons. 

Cómo citar: Quinteros Yépez, Y. del R., Cuasqui Pupiales, D. M., & Estévez Anrango, M. G. (2025). Flipped classroom y trabajo cooperativo en el aprendizaje de números irracionales mediante TIC. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades* 6 (1), 2910 – 2922. <https://doi.org/10.56712/latam.v6i1.3541>

INTRODUCCIÓN

La educación es un proceso mediante el cual el docente y el estudiante interactúan entre sí, en un desarrollo humano integral, pero se debe tener en cuenta que educar es una actividad que depende de varios factores, ya que interviene el contexto social, por ello los docentes a la hora de enseñar deben estar a la vanguardia en el manejo de herramientas didáctico pedagógicas que permitan crear entornos de aprendizaje idóneos (Devia y Pinilla, 2012).

Tradicionalmente se creía que los estudiantes únicamente debían memorizar contenidos y recitarlos en una evaluación, pero hoy en día se plasma que lo importante no es solo conocer los temas sino, aplicarlos a la vida real. La matemática por su parte es una ciencia que necesita que los estudiantes desarrollen pensamiento crítico y razonamiento, además por su carácter abstracto necesita de diferentes estrategias que despierten el interés, la curiosidad y gusto por la asignatura (López, 2014).

En la actualidad las matemáticas no se encuentran en las preocupaciones más importantes de los seres humanos, sin embargo todas las personas en algún momento de su vida han tenido que recurrir a ellas, por eso es necesario un conocimiento básico de esta ciencia para poder desenvolverse con soltura en los problemas que se presenten en la vida cotidiana (Rodríguez y Zuazua, 2002); es por esta razón que se plasman en el currículo de todas las instituciones educativas y que su proceso de enseñanza aprendizaje se inicia desde los primeros años y llega hasta los estudios universitarios, convirtiéndose en la asignatura fundamental y obligatoria tanto en la educación básica como en bachillerato (López, 2014).

Las dificultades en el aprendizaje de las matemáticas son debidas a múltiples situaciones citando a Socas (2007) se puede poner a consideración las siguientes: dificultades asociadas a la complejidad de los objetos de las Matemática que vienen dadas con la confusión del lenguaje cotidiano y la comprensión de las definiciones matemáticas, de igual manera las dificultades asociadas a los procesos de desarrollo cognitivo de los alumnos ya que se deben considerar sus capacidades para poder diseñar los recursos y estrategias en la enseñanza y finalmente las dificultades asociadas a actitudes afectivas y emocionales hacia esta asignatura ya que estas actúan como impulsor o resistencia al aprendizaje de la misma.

En cuanto a los errores haciendo referencia a lo que plantea Herrera (2010), se puede poner a consideración los siguientes: dificultades del lenguaje ya que los errores vienen dado por el uso inadecuado de los símbolos y términos matemáticos; dificultad para obtener información espacial pues los errores se generan de las representaciones icónicas inadecuadas de situaciones matemáticas; aprendizaje deficiente de los prerrequisitos esto hace referencia a los errores causados por deficiencias en el manejo de conceptos y procedimientos matemáticos adquiridos previamente y para finalizar asociaciones incorrectas o rigidez del pensamiento relacionados con la inflexibilidad del pensamiento para adaptarse a situaciones nuevas.

Durante el ciclo académico 2022-2023, el Instituto Nacional de Evaluación Educativa (INEVAL) informó que el promedio nacional en Matemática para los estudiantes del subnivel Básica Superior fue de 703 puntos sobre un máximo de 1 000. Este resultado representa una mejora de 6 puntos frente al promedio del año anterior y de 4 puntos respecto a 2020-2021. Según los datos, el 41,5 % de los estudiantes alcanzó el mínimo de competencia establecido (700 puntos), mientras que el 58,5 % obtuvo resultados superiores, mayormente ubicados en el rango Satisfactorio (entre 700 y 799 puntos). Aunque se evidenció un incremento en los niveles de desempeño Satisfactorio y Excelente en comparación con años previos, persiste el desafío de reforzar los aprendizajes básicos y promover su aplicación práctica en situaciones cotidianas.

Según lo expuesto anteriormente se puede llegar a la conjetura que existe una problemática general frente al proceso de enseñanza – aprendizaje de las matemáticas por ello, el problema de la presente investigación viene dado por el bajo rendimiento de los estudiantes de noveno año de educación general básica superior de la Unidad Educativa “Hermano Miguel” La Salle - Atuntaqui, por la falta de implementación de estrategias innovadoras de enseñanza como metodologías activas que están a la vanguardia del siglo XXI, ya que las mismas según Hernández (2014), permiten responder a las demandas que exige la sociedad de hoy en día, pues cada persona debe ser competitiva, reflexiva, analítica y crítica.

Los alumnos tienden a confundir la clasificación de los números, por ello es necesario que diferencien a los números racionales de los irracionales, pero los docentes de matemática no deben enfocarse únicamente en la memorización de conceptos, sino ir más allá, esto quiere decir permitir a los alumnos una interacción directa con el tema, partiendo del contexto cotidiano y el uso de recursos tecnológicos que permitan a los educandos tener una visión más amplia de lo que engloba a los números irracionales y su presencia en el medio que los rodea, por estas razones el presente artículo científico pretende abarcar y dar solución a la problemática que presentan los alumnos en la comprensión de algunos temas matemáticos como “Los Números Irracionales”, ya que citando a Herrera (2010) en su obra “Obstáculos, Dificultades y Errores en el Aprendizaje de Números Irracionales” se ha podido notar que los alumnos tienen diferentes inconvenientes a la hora de tratar de aprender todo lo relacionado a este tema.

Para abordar esta problemática se diseñó una propuesta de innovación didáctica que se la va a llevar a cabo poniendo como protagonistas del aprendizaje a los estudiantes, a través del Modelo Flipped Classroom (FC) el cual invierte la forma de enseñanza, por lo que los alumnos adquieren un rol activo, dejando de lado la pasividad de la educación tradicional. Como por naturaleza el ser humano es social, se va a aplicar la metodología activa Aprendizaje Cooperativo (AC), donde los alumnos trabajan en equipo, cada uno cumpliendo un determinado rol, a fin de crear un aprendizaje conjunto que les ayude a desenvolverse en el aula de clases, cabe destacar que estas dos formas de enseñanza se adaptan a la era digital por ello las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC), son responsables de proporcionar autonomía y eficacia.

A partir de la formulación del problema y explicación de la propuesta, se pone en manifiesto el objetivo general: Evaluar el efecto de la aplicación de la propuesta pedagógica basada en FC, AC y TIC en el desarrollo del proceso de enseñanza aprendizaje de los números irracionales, en los estudiantes de noveno año de Educación General Básica de la Unidad Educativa "Hermano Miguel" La Salle – Atuntaqui.

Para poder cumplir dicho objetivo están los objetivos específicos: Evaluar los conocimientos previos de los estudiantes de noveno año referente a la clasificación de los números reales; implementar la propuesta pedagógica basada en FC, AC y TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje de números irracionales y evaluar los resultados obtenidos tras la aplicación de dicha metodología para determinar la factibilidad de la propuesta pedagógica.

METODOLOGÍA

La presente investigación tiene un diseño cuasiexperimental, ya que se pretende estudiar los procesos de cambio de dos grupos no equivalentes que no han sido asignados de acuerdo a un criterio aleatorio (Fernández et al., 2014), esto se llevará a cabo con un grupo experimental y un grupo control, en el primer grupo se aplicó una propuesta de intervención didáctica antes expuesta. Por otro lado, el grupo control recibió una enseñanza centrada en el marco de la planificación curricular normal. Por tanto, partiendo del objetivo principal se comparó los resultados obtenidos de ambos grupos para determinar

si la implementación de la propuesta pedagógica tuvo un impacto significativo y es viable para el aprendizaje de números irracionales en el noveno año de educación general básica, contenido contemplado en el currículo ecuatoriano.

La investigación se realizó en la Unidad Educativa “Hermano Miguel” La Salle - Atuntaqui, la cuál es una institución de carácter particular y que pertenece a la provincia de Imbabura, cabe recalcar que esta investigación se llevó a cabo en el año lectivo 2023 – 2024, contando con la participación de 74 estudiantes de noveno año de educación general básica superior divididos en dos paralelos. El grupo experimental de 36 estudiantes (20 hombres y 16 mujeres), mientras que el grupo control de 38 estudiantes (16 hombres y 22 mujeres), ambos grupos presentaron características homogéneas en cuanto a edad promedio de 13 años, género y nivel académico, lo que permitió una comparación válida entre ellos, el muestreo fue no probabilístico, dado que los grupos de estudiantes se seleccionan en función de la organización institucional.

A fin de evaluar el aprendizaje y recolectar datos, se diseñaron y aplicaron dos evaluaciones; la primera que fue la evaluación diagnóstica con 10 ítems en base estructurada que combinada teoría y práctica, misma que fue llevada a cabo al principio del año lectivo, con la finalidad de medir los prerrequisitos y conocimientos previos del año anterior, e identificar el nivel inicial de comprensión; la segunda evaluación fue la prueba final aplicada después de haber llevado a cabo la propuesta, esta evaluación incluyó 10 preguntas en base estructurada a fin de evidenciar el desempeño de los estudiantes, para identificar, representar y operar con números irracionales, por ende, el estudio tiene una modalidad de campo.

Para recolectar y analizar datos se utilizó el método cuantitativo, ya que, las notas obtenidas por los estudiantes, fueron analizadas conforme a la escala establecida por el Ministerio de Educación (2014), donde de acuerdo con el Art. 193 del Reglamento General de la LOEI, que refleja que los alumnos aprueban el área de conocimiento en base a los siguientes rangos de calificaciones, de 9 a 10 puntos dominan los aprendizajes requeridos (DAR), de 7 a 8,99 alcanza los aprendizajes requeridos (AAR); de 4,01 a 6,99 está próximo a alcanzar los aprendizajes requeridos (PAAR) y finalmente con notas inferiores a 4 significa que los discentes no están alcanzando los aprendizajes requeridos (NAAR) cabe mencionar que las calificaciones hacen referencia al cumplimiento de los objetivos de aprendizajes establecidos por el Ministerio de Educación, según lo detallado en el artículo 194.

El enfoque del alcance es descriptivo y explicativo. El componente descriptivo se utilizó para detallar los resultados de aprendizaje obtenidos tanto en el grupo control como en el grupo experimental, tras la implementación de la intervención pedagógica. Por su parte, el enfoque explicativo permitió analizar estadísticamente las calificaciones obtenidas por los alumnos, a fin de evidenciar cómo la propuesta pedagógica en base a los números irracionales impactó positivamente en el aprendizaje de los estudiantes.

A fin de evidenciar la diferencia entre el grupo control y el grupo experimental se empleó un análisis porcentual, plasmado en un diagrama de barras y la prueba de Mann-Whitney-Wilcoxon, que tomando de referencia a Sánchez (2015) es una prueba estadística utilizada para comparar grupos independientes y poder analizar si hay diferencias significativas en cuanto a sus distribuciones.

DESARROLLO

Desde la prehistoria el ser humano tuvo la necesidad de contar, por ello se puede afirmar que la matemática fue una de las primeras ciencias en aparecer e ir evolucionando hasta hoy en día. Los primeros avances en la matemática se remontan a Grecia, los miembros de la escuela Pitagórica ya habían descubierto los números naturales y los racionales por lo que todo se regía con esas leyes, pero

a finales del siglo V a.C. un matemático llamado Hípaso de Metaponto notó que, si a un cuadrado se lo dividía en la mitad y trataba de calcular su diagonal, aplicando el teorema de Pitágoras, no había un número que permitiera llegar a la respuesta, por ello aparecen los números irracionales y debido a este descubrimiento se dejó de lado la teoría pitagórica de la proporción, basada en números naturales, y se tuvo que crear una nueva teoría (Aguilar et al., 2009).

Se entiende como números racionales a los naturales, enteros, decimales exactos, los periódicos puros y los periódicos mixtos, debido a que se pueden expresar como fracciones, pero que pasa cuando un número tiene decimales no periódicos infinitos, pues no se puede expresar en forma de fracción y a estos números se los conoce como irracionales que, según Aguilar et al. (2017) son «números que no pueden expresarse como el cociente de dos números enteros» (p. 226).

En el mundo de hoy en día con la innovación tecnológica, las TIC fomentan una enseñanza más flexible y adaptada a las necesidades de los estudiantes ya que propone la utilización de varios recursos tecnológicos a fin de evitar la recepción pasiva del conocimiento, es por ello que se han desarrollado múltiples metodologías activas, y entre ellas está el Flipped Classroom que surge en el año 2007 con Jonathan Bergmann y Aaron Sams, quienes decidieron grabar sus clases y enviárselas a los alumnos que no podían asistir de forma presencial, aquellos videos fueron vistos por muchos de sus estudiantes, por tal motivo notaron que se podía utilizar el tiempo de clases para realizar otras tareas (De Soto, 2018).

El aula invertida o Fliped Classroom (FC) es un modelo de enseñanza que tiene como objetivo principal que los alumnos dejen de ser pasivos y se conviertan en entes activos del aprendizaje, esto quiere decir que los educandos estudiarán de forma autónoma conceptos teóricos que los docentes les faciliten y las clases serán aprovechadas para solventar dudas y reforzar el conocimiento a través de trabajos colaborativos, que ayuden a la adquisición de diferentes competencias (Aguilera et al., 2017).

El modelo FC según Sacristán et al., (2017) puede ser implementado a través de las siguientes fases: primero la preparación previa del docente, donde se realiza el desarrollo de la parte teórica de los conceptos con ayuda de las TIC; como segundo punto antes de la clase el estudiante revisará y realizará las actividades previas, en tercer lugar está que durante la clase los alumnos solventan dudas y ahondan más en los temas partiendo de debates o trabajos cooperativos, y finalmente después de la clase con actividades cortas pero significativas los estudiantes terminan de consolidar su conocimiento.

Por otra parte, El Aprendizaje Cooperativo (AC), es una metodología activa, en la que los educandos, agrupados en grupos pequeños, trabajan en equipo a fin de maximizar su aprendizaje, a través del AC cada integrante es consciente de que si no se trabaja cooperativamente no es posible alcanzar una meta en común; es decir el logro de uno depende del logro de todos (Juárez et al., 2019). Además, si ponemos a consideración a Pérez (2010), el AC cumple ciertas características como: proporciona un aprendizaje más profundo y permite tratar la diversidad de manera más idónea, se cambia el término de “grupo” que como se sabe es unir las partes que hizo cada integrante del grupo por el contrario el “equipo” tiene una entidad propia, no se trata de una unión temporal, además cada integrante del equipo debe cumplir determinadas funciones, adicionalmente cada equipo para que resulte funcional deber ser: heterogéneo, estable, organizado e interdependiente.

Las tecnologías de la información y comunicación TIC conlleva a la necesidad de desarrollar competencias digitales en los maestros, que son destrezas para obtener, procesar y comunicar información transformándola en conocimiento, dichas destrezas les permite ser agentes de cambio en el proceso de enseñanza – aprendizaje, todo esto conlleva a un cambio en la forma en la que se enseña y se aprende (Pinto et al., 2016), existen múltiples recursos para poder crear video lecciones, murales

virtuales, presentaciones, cuestionarios interactivos, desarrollo de habilidades cooperativas y evaluar a los alumnos a través de rúbricas.

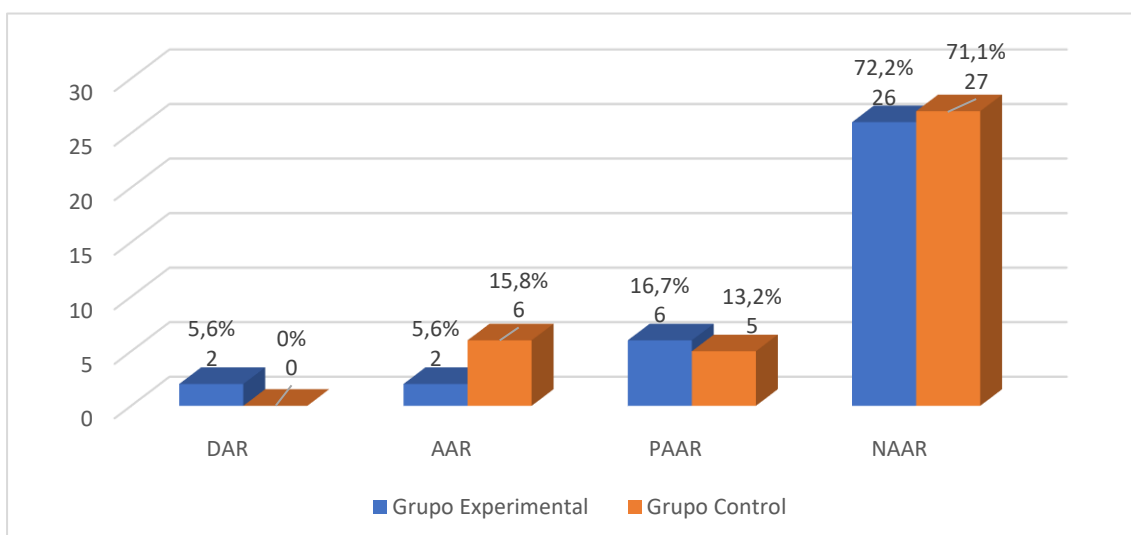
RESULTADOS

Resultados del Objetivo específico 1

En el primer gráfico se puede evidenciar los resultados del objetivo: Evaluar los conocimientos previos de los estudiantes de noveno año referente a la clasificación de los números reales. Cabe mencionar que, para ello, se tomó la evaluación diagnóstica, aplicada tanto al grupo control como al grupo experimental.

Gráfico 1

Resultados de los estudiantes según su nivel de conocimientos en la evaluación diagnóstica de los grupos control y experimental



Fuente: Elaboración propia en base a los resultados de la evaluación diagnóstica.

Analizando el gráfico, los resultados porcentuales muestran una distribución similar en términos de niveles de desempeño. En el grupo experimental, el 5,6% de los estudiantes dominan los aprendizajes requeridos (DAR), mientras que ningún estudiante del grupo control logró ubicarse en esta categoría. Por otra parte, en el nivel de alcanzar los aprendizajes requeridos (AAR), el 5,6% del grupo experimental se encuentra en este rango, en contraste con un 15,8% del grupo control.

En cuanto al nivel de próximo a alcanzar los aprendizajes requeridos (PAAR), el 16,7% de los estudiantes se encuentra en el grupo experimental y el 13,2% son del grupo control, lo que indica una proporción ligeramente mayor en el grupo experimental. Para finalizar, en el nivel más bajo referente a no alcanzar los aprendizajes requeridos (NAAR), ambos grupos presentaron porcentajes muy similares: 72,2% en el grupo experimental y 71,1% en el grupo control.

En cuanto al análisis con la prueba de Mann-Whitney-Wilcoxon, se tiene lo siguiente:

Hipótesis Nula (H_0): No hay diferencias significativas en el desempeño inicial entre los estudiantes del grupo experimental y los del grupo control en la evaluación diagnóstica, lo que sugiere que ambos grupos presentan un nivel similar en las habilidades evaluadas.

Hipótesis Alternativa (H_1): Existen diferencias significativas en el desempeño inicial entre los estudiantes del grupo experimental y los del grupo control en la evaluación diagnóstica, lo que indicaría que uno de los grupos posee un nivel superior en las habilidades evaluadas.

Como el valor $p = 0.897$ es superior al nivel de significancia habitual ($\alpha = 0,05$), no se rechaza la hipótesis nula (H_0). Esto significa que no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en el desempeño inicial entre los grupos. Por lo tanto, se puede afirmar que ambos grupos eran homogéneos en cuanto a sus niveles iniciales, lo que permitió proceder con la investigación bajo condiciones equitativas, que concuerda con el gráfico estadístico y análisis de porcentajes pues a manera general, estos resultados reflejan que tanto el grupo control como el experimental están ubicados en el nivel más bajo de desempeño (NAAR).

Resultados del Objetivo específico 2

Para cumplir el segundo objetivo específico, se implementó el modelo de aula invertida (FC) en combinación con la metodología de aprendizaje cooperativo (AC) y herramientas tecnológicas (TIC) en un periodo de dos semanas, con un total de 14 horas distribuidas en siete sesiones de dos horas en el grupo experimental. La primera sesión se desarrolló como una clase tradicional, en la que se introdujeron las metodologías activas que serían utilizadas a lo largo del proceso. Se explicó a los estudiantes el funcionamiento del modelo de aula invertida y del aprendizaje cooperativo, además de asignar los roles dentro de los equipos: coordinador, responsable de delegar tareas y mantener el enfoque del grupo; secretario, encargado de registrar las actividades realizadas y tomar notas importantes; portavoz, representante del equipo para exponer los avances; y cronometrista, administrador del tiempo destinado a cada actividad. También se brindaron instrucciones sobre el uso de herramientas tecnológicas como EDPuzzle, GeoGebra, Liveworksheets y Educaplay, que serían utilizadas para diseñar actividades dinámicas y guías de aprendizaje.

A partir de la segunda sesión, se aplicaron las metodologías activas estructurando cada clase en tres momentos. Antes de la clase, los estudiantes revisaron en casa los contenidos relacionados con los números irracionales mediante recursos digitales y actividades interactivas, lo que les permitió familiarizarse con los temas antes de las sesiones presenciales. Durante la clase, se resolvieron dudas, se realizaron actividades prácticas y se supervisó el trabajo en equipo, asegurando la colaboración y el cumplimiento de los roles asignados. Después de la clase, los estudiantes reforzaron lo aprendido mediante actividades específicas diseñadas para consolidar los conocimientos.

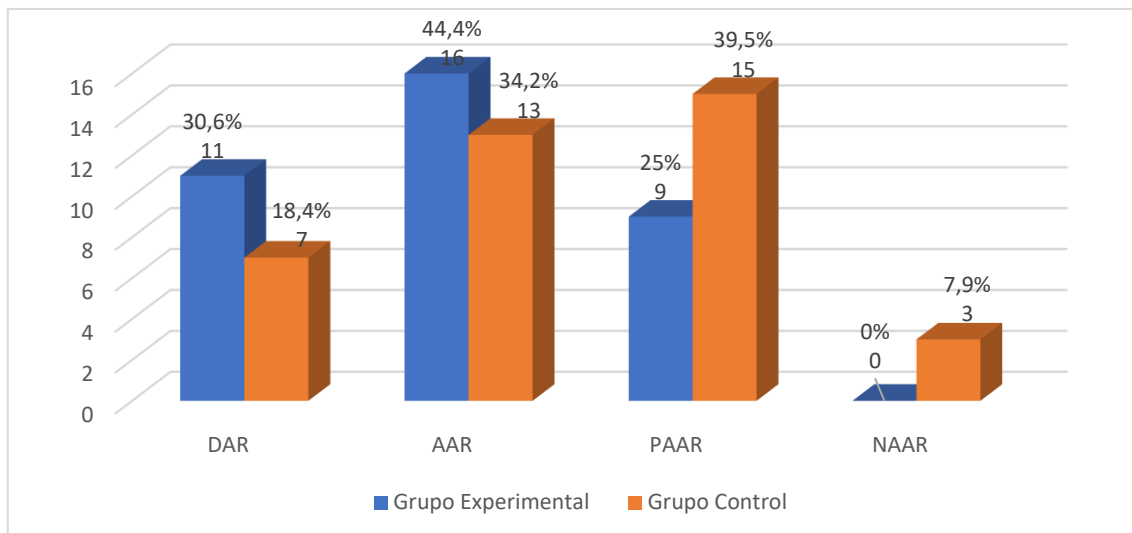
Las sesiones se desarrollaron de manera secuencial y temática. En la segunda sesión se abordó la clasificación de números reales. En la tercera sesión se trabajó la relación entre el teorema de Pitágoras y los números irracionales. En la cuarta sesión los estudiantes demostraron números irracionales mediante el teorema de Pitágoras. En la quinta sesión se representaron gráficamente los números irracionales en la recta real. En la sexta sesión se analizó el número Pi como un número irracional, y en la última sesión se exploró el número áureo y su presencia en la naturaleza.

En el grupo control, la planificación siguió un enfoque tradicional basado en la explicación del docente, la participación en clase y la realización de ejercicios prácticos para cubrir los mismos contenidos.

Resultados de objetivo específico 3

Gráfico 2

Resultados de los estudiantes tanto del grupo control como del grupo experimental después de haber aplicado la propuesta didáctica



Fuente: Elaboración propia en base a los resultados obtenidos.

En la prueba final aplicada a los estudiantes de ambos grupos, se observaron diferencias significativas en los niveles de desempeño entre el Grupo Experimental y el Grupo Control. El Grupo Experimental, que recibió la propuesta pedagógica de FC y AC en la enseñanza de números irracionales con TIC, obtuvo un mayor porcentaje de estudiantes en los niveles más altos de desempeño. En el Grupo Experimental, el 30,6% de los estudiantes tiene un desempeño alto (DAR), lo que indica que dominaron los aprendizajes, frente al 18,4% en el Grupo Control, que siguió la planificación normal. En cuanto al nivel de alcanzar los aprendizajes requeridos (AAR), el 44,4% de los estudiantes del Grupo Experimental alcanzaron este rango, contrarrestando con el 34,2% del Grupo Control, por lo que se puede concluir que los estudiantes del Grupo Experimental lograron un mayor nivel de comprensión de los conceptos.

En cuanto al nivel "Próximo a alcanzar los aprendizajes" (PAAR), el 25% de los estudiantes del Grupo Experimental se ubicaron en esta categoría, y 39,5% de estudiantes están en el Grupo Control, indicando que el Grupo Control tiene una mayor proporción de estudiantes en este nivel intermedio.

Por último, en el nivel de "No alcanza los aprendizajes" (NAAR), el Grupo Experimental no tuvo estudiantes en esta categoría, mientras que el 7,9% de los estudiantes del Grupo Control no alcanzaron los aprendizajes requeridos, lo que muestra un desempeño inferior en este grupo.

En cuanto al análisis con la prueba de Mann-Whitney-Wilcoxon, se tiene lo siguiente:

Hipótesis Nula (H_0): No hay diferencias significativas en las habilidades alcanzadas por los estudiantes del grupo experimental y los del grupo control tras la implementación de la propuesta didáctica.

Hipótesis Alternativa (H_1): Hay diferencias significativas en las habilidades alcanzadas por los estudiantes del grupo experimental y los del grupo control tras la implementación de la propuesta didáctica.

El valor $p = 0.038$, siendo menor al nivel de significancia ($\alpha = 0,05$), lleva a rechazar la hipótesis nula (H_0). Esto confirma que existen diferencias estadísticamente significativas entre los grupos. En particular, los resultados indican que el grupo experimental tuvo un desempeño considerablemente mejor que el grupo control, evidenciando la eficacia de la propuesta didáctica para desarrollar las habilidades de los estudiantes, lo que también se demostró en el análisis porcentual pues el Grupo Experimental, sometido a la intervención pedagógica, muestra una mayor proporción de estudiantes en los niveles altos de desempeño DAR y AAR, en comparación con el Grupo Control. En cambio, el Grupo Control presenta un mayor porcentaje de estudiantes en el nivel intermedio PAAR.

En resumen, los resultados indican que la propuesta pedagógica aplicada en el Grupo Experimental contribuyó positivamente a mejorar el desempeño de los estudiantes, con más estudiantes alcanzando los niveles altos de desempeño y menos estudiantes en los niveles bajos. Esto sugiere que la intervención pedagógica produjo un efecto favorable en el aprendizaje de los números irracionales.

DISCUSIÓN

Conforme al estudio realizado se evidencia un impacto positivo frente a la metodología Flipped Classroom y el aprendizaje cooperativo mediado con TIC, en cuanto al desempeño académico de los estudiantes en el tema de números irracionales. Los resultados obtenidos muestran que, tras la intervención de la propuesta didáctica, el grupo experimental alcanzó niveles superiores en cuanto a las categorías de "Domina los aprendizajes" (DAAR) y "Alcanza los aprendizajes requeridos" (AAR) en comparación con el grupo control. El 30,6% de los estudiantes del grupo experimental logró dominar los aprendizajes requeridos, mientras que sólo el 18,4% del grupo control alcanzó este nivel. Además, el 44,4% de los estudiantes del grupo experimental alcanzó los aprendizajes requeridos, frente al 34,2% en el grupo control. Por otra parte, el grupo experimental no presentó estudiantes en el nivel "No alcanza los aprendizajes requeridos" (NAAR), mientras que el 7,9% del grupo control se ubicó en este nivel, lo que resalta un desempeño inferior en este último.

Estos resultados tienen coherencia con los estudios previos que han dado a conocer la eficacia del modelo Flipped Classroom en la mejora del rendimiento académico. Por ejemplo, Martín et al. (2022) evidencian que el enfoque de FC fomenta la innovación, la cooperación y las habilidades de metacognición en los estudiantes, lo que facilita un aprendizaje más profundo y significativo, por ello lo con la implementación de esta propuesta didáctica se confirman que la metodología FC, combinada con el aprendizaje cooperativo y el uso de TIC, contribuyen a la adquisición de conocimientos significativos en los estudiantes y ayuda al desarrollo de habilidades como la autonomía y la capacidad para trabajar en equipo, mismas que son esenciales en la comprensión de conceptos complejos como los números irracionales.

En cuanto al trabajo de Parra y Gutiérrez (2017) resalta que, aunque el uso de FC en niveles educativos básicos requiere más estudios, en contextos superiores ha demostrado beneficios significativos, como el aumento en el rendimiento académico y el compromiso estudiantil. En tal instancia, los resultados del presente estudio no solo confirman lo antes mencionado, sino que también subrayan la importancia de integrar metodologías activas en el proceso de enseñanza – aprendizaje. La utilización de tecnologías como EDPuzzle, GeoGebra, Liveworksheets y Educaplay proporcionaron a los estudiantes herramientas interactivas que favorecieron la comprensión de los números irracionales y facilitaron el aprendizaje cooperativo, permitiendo a los estudiantes del grupo experimental alcanzar un mayor dominio de los contenidos.

El análisis estadístico refuerza estos hallazgos, con la prueba de Mann-Whitney-Wilcoxon se mostró un valor $p = 0.038$, lo que es menor al nivel de significancia ($\alpha = 0,05$), llevando a rechazar la hipótesis nula (H_0); esto da a conocer que existen diferencias estadísticamente significativas entre el grupo

experimental y el grupo control, lo que sugiere que la intervención pedagógica tuvo un buen impacto ante el desempeño de los estudiantes en el tema de números irracionales. Estos resultados coinciden con los análisis porcentuales, que indicaron que el grupo experimental tuvo una mayor proporción de estudiantes en los niveles altos de desempeño (DAAR y AAR), en comparación con el grupo control, lo que subraya la eficacia de la propuesta pedagógica en el grupo experimental.

En resumen, los resultados antes expuestos indican que la propuesta pedagógica aplicada en el grupo experimental contribuyó positivamente a mejorar el desempeño de los estudiantes. Esto sugiere que la intervención pedagógica produjo un efecto favorable en el aprendizaje de los números irracionales, ya que los discentes lograron comprender a profundidad todo lo referente a este tema.

CONCLUSIONES

La prueba diagnóstica es una herramienta muy importante al iniciar el año lectivo, pues permite a los docentes medir el punto de partida de los educandos, a fin de diseñar estrategias o metodologías innovadoras que permitan desarrollar el proceso de enseñanza-aprendizaje de forma satisfactoria. Dicha evaluación fue de mucha ayuda en esta investigación, ya que se partió de dos grupos de estudiantes del mismo subnivel que estaban a la par en conocimientos previos, lo que permitió llevar a cabo el estudio tanto con el grupo control como con el grupo experimental.

La aplicación de nuevas metodologías de aprendizaje, como la combinación del Flipped Classroom (FC) y el aprendizaje cooperativo (AC) mediante el uso de TIC, fue de gran ayuda para motivar a los estudiantes en el aprendizaje de los números irracionales; esto permitió que el interés y compromiso de los estudiantes cambiará de forma positiva, logrando una participación activa en el proceso de aprendizaje y una adquisición de conocimientos significativos, evidenciando que estas metodologías no solo fortalecen la comprensión conceptual, sino que también potencian habilidades de análisis en un ambiente participativo y dinámico que combina la teoría y la práctica.

En resumen, los resultados obtenidos muestran que la metodología activa de Flipped Classroom, combinada con el aprendizaje cooperativo y mediadas por las TIC propician un mayor compromiso y cooperación entre los estudiantes, esta propuesta metodología permitió evidenciar que los estudiantes no solo adquirieron conocimientos, sino que también desarrollarán habilidades sociales y de trabajo en equipo, lo que es crucial en el aprendizaje de conceptos abstractos como los números irracionales.

Finalmente, la investigación subraya la importancia de adaptar la enseñanza a las necesidades de los estudiantes mediante el uso de metodologías activas innovadoras. Las metodologías activas y el uso de tecnologías educativas contribuyen a un aprendizaje más autónomo y personalizado, permitiendo que los estudiantes vayan a su propio ritmo y según sus necesidades, lo que favorece un aprendizaje más significativo y duradero a largo plazo.

REFERENCIAS

Aguilar, A., Bravo, F., Gallegos, H., Cerón, M., y Reyes, R. (2009). *Aritmética y Álgebra*. México: PEARSON EDUCACIÓN

Aguilera, C., Manzano, A., Martínez, I., Lozano, C., y Casiano, C. (2017). El modelo Flipped Classroom. *International Journal of Developmental and Educational Psychology*, 4 (1), 261-266.

De Soto, I. (2018). Flipped Classroom como herramienta para fomentar el trabajo colaborativo y la motivación en el aprendizaje de geología. *Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, (66), 44-60.

Devia, R., y Pinilla, C. (2012). La enseñanza de la Matemática: de la formación al trabajo de aula, 16 (55), 361-371. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/356/35626140019.pdf>

Fernández-García, P., Vallejo-Seco, G., Livacic-Rojas, P. E., & Tuero-Herrero, E. (2014). Validez estructurada para una investigación cuasi-experimental de calidad. *Anales de Psicología*, 30(2), 756-771. <https://doi.org/10.6018/analesps.30.2.166911>

Hernández García, M. A. (2014). *Metodología activa como herramienta para el aprendizaje de las operaciones básicas en matemática maya* (Tesis de licenciatura). Universidad Rafael Landívar. <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesiseortiz/2014/05/86/Hernandez-Miguel.pdf>

Herrera, M. (2010). Obstáculos, dificultades y errores en el aprendizaje de los números irracionales. *Comité Latinoamericano de Matemática Educativa*, 247-255.

Instituto Nacional de Evaluación Educativa (INEVAL). (2023). *Informe nacional de resultados: Ser estudiante – Subnivel Básica Superior. Año lectivo 2022-2023*. Instituto Nacional de Evaluación Educativa. https://cloud.evaluacion.gob.ec/dagireportes/sestciclo21/nacional/2022-2023_10.pdf

Juárez, M., Rasskin, I., y Mendo, S. (2019). El Aprendizaje Cooperativo, una metodología activa para la educación del siglo XXI: Una revisión bibliográfica. *Revista Prisma Social*, 200-210.

López, G. (2014). La enseñanza de las matemáticas, un reto para los maestros del siglo XXI. *Praxis Pedagógica*, (15), 55-76.

Martín, R., y Hoyo, A. (2022). Impacto de una experiencia Flipped Classroom en las percepciones sobre el aprendizaje del alumnado de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte. *Espiral. Cuadernos del profesorado*, 15 (30). 95-107.

Ministerio de Educación. (2016). *Instructivo para la aplicación de la evaluación estudiantil*. Subsecretaría de Apoyo, Seguimiento y Regulación de la Educación. Recuperado de <https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/07/Instructivo-para-la-aplicacion-de-la-evaluacion-estudiantil.pdf>

Parra, F., y Gutiérrez, I. (2017). Implementación y análisis de una experiencia de flipped classroom en Educación Musical. *Innoeduca. International Journal of Technology and Educational Innovation*, 3 (1), 4-14.

Pérez, S. (2010). El Aprendizaje Cooperativo. *Revista digital para profesores de la enseñanza*, 1-6.


Pinto, A., Díaz, J., y Camargo, C. (2016). Modelo Espiral de Competencias Docentes TICTACTEP aplicado al Desarrollo de Competencias Digitales. *Revista Educativa Hekademos*, 19, 39-48.

Rodríguez, R., y Zuazua, E. (2002) Enseñar y aprender matemáticas: del Instituto a la Universidad. *Revista de Educación* (329), 239-256. Recuperado de: <https://eprints.ucm.es/id/eprint/9538/>

Sacristán, M., Martín, D., Navarro, E., y Tourón, J. (2017). Flipped classroom y didáctica de las matemáticas en la formación online de maestros de Educación Infantil. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 20 (3), 1-14.

Sánchez Turcios, R. A. (2015). Prueba de Wilcoxon-Mann-Whitney: mitos y realidades. *Revista Mexicana de Endocrinología, Metabolismo y Nutrición*, 2(1), 18-21. Recuperado de <https://biblat.unam.mx/hevila/Revistamexicanadeendocrinologiametabolismo%26nutricion/2015/vol2/no1/3.pdf>

Socas, M. (2007). Dificultades y errores en el aprendizaje de las matemáticas. Análisis desde el enfoque lógico semiótico, 19-52.

Todo el contenido de **LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades**, publicados en este sitio está disponibles bajo Licencia Creative Commons .