

ERCA y ABP: enfoques educativos que fomentan el desarrollo del pensamiento lógico con estrategias innovadoras en la enseñanza de matemática

ERCA and PBL: educational approaches that promote the development of logical thinking with innovative strategies in mathematics teaching

Hernan Vinicio Chila Ortiz,

Universidad Técnica Luis Vargas Torres de Esmeraldas
hernan.chila@utelvt.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-2855-1942>

Lucía Chávez Ruano

Universidad Técnica Luis Vargas Torres de Esmeraldas
lucia.chavez@utelvt.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0001-6858-3845>

Willians Alberto Ardila Lozano

Universidad Técnica Luis Vargas Torres de Esmeraldas
willian.ardila.lozano@utelvt.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-4786-2957>

Sonia Alexandra Holguín Mendoza

Universidad Técnica Luis Vargas Torres de Esmeraldas
sonia.holguin.mendoza@utelvt.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0001-9800-5122>

RESUMEN

La enseñanza de la matemática puede ser enriquecida mediante la aplicación de enfoques educativos como el ERCA y el ABP, que fomentan el pensamiento lógico y crítico en los estudiantes. Estos enfoques permiten a los estudiantes aprender de manera activa y participativa, experimentando con diferentes soluciones y enfoques, y aplicando sus conocimientos a situaciones del mundo real. El objetivo de este estudio es contribuir a transformar el proceso de enseñanza-aprendizaje de manera bidireccional, involucrando tanto a los docentes como a los estudiantes de pedagogía, a través de la aplicación de metodologías activas como el Ciclo de Aprendizaje ERCA y el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP). Para ello, se utilizó un enfoque de investigación exploratoria, descriptiva y relacional, con un diseño metodológico cuasi experimental, en el que se involucró a una población de 39 estudiantes de pedagogía de las ciencias experimentales de las matemáticas y física. Los métodos científicos, empíricos y estadísticos fueron utilizados para analizar los resultados de la prueba t de Student y la prueba de Wilcoxon. Se encontró que las estrategias ERCA y ABP son innovadoras y efectivas para la enseñanza de la matemática, promoviendo el desarrollo del pensamiento lógico y mejorando las calificaciones de los estudiantes en el posttest en comparación con el pretest. Por lo tanto, se recomienda su uso en la planificación microcurricular para mejorar el aprendizaje de los estudiantes de matemática.

Palabras clave: ERCA, ABP, Enfoques Educativos, Pensamiento Lógico, Estrategias Innovadoras, Enseñanza de Matemática, Planificación Microcurricular.

ABSTRACT

Mathematics teaching can be enriched through the application of educational approaches such as ERCA and ABP, which encourage logical and critical thinking in students. These approaches allow students to learn in an active and participatory way, experimenting with different solutions and approaches, and applying their knowledge to real world situations. The objective of this study is to contribute to transforming the teaching-learning process in a bidirectional way, involving both teachers and pedagogy students, through the application of active methodologies such as the ERCA Learning Cycle and Learning Based Learning. Problems (ABP). For this, an exploratory, descriptive and relational research approach was used, with a quasi-experimental methodological design, in which a population of 39 pedagogy students of the experimental sciences of mathematics and physics were involved. Scientific, empirical and statistical methods were used to analyze the results of the Student's t test and the Wilcoxon test. It was found that the ERCA and ABP strategies are innovative and effective for the teaching of mathematics, promoting the development of logical thinking and improving the students' scores in the posttest compared to the pretest. Therefore, its use in microcurricular planning is recommended to improve students' learning of mathematics.

Palavras-chave: ERCA, ABP, Educational Approaches, Logical Thinking, Innovative Strategies, Mathematics Teaching, Microcurricular Planning.

INTRODUCCIÓN

Se ha desarrollado un nuevo enfoque metodológico que utiliza el constructivismo como filosofía de enseñanza para estructurar las rutinas de pensamiento. Esta investigación forma parte de la línea de investigación de la FACPED sobre gestión curricular, pedagogía y didáctica en diferentes niveles y campos de la educación, específicamente en la sublínea de investigación de la carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales de las Matemáticas y la Física. El objetivo es lograr una gestión y desarrollo curricular eficiente en la pedagogía de las ciencias experimentales de las Matemáticas y la Física. Esta investigación es parte del proyecto de investigación de la FACPED, que busca impulsar el desarrollo educativo, cultural,

ancestral y recreativo en la provincia de Esmeraldas. También forma parte del Proyecto de Aula de Investigación y del Grupo de Investigación sobre Pedagogía y práctica docente, enfocado en la construcción de conocimiento en la Didáctica de la Matemática y Física mediante la sistematización de la práctica con la mediación de saberes.

Un estudio diagnóstico revela importantes carencias en el sistema educativo, entre las que destacan la falta de uso adecuado de las rutinas de pensamiento lógico por parte de los docentes de Matemáticas, la aplicación inadecuada de metodologías para la construcción del conocimiento y la realización de actividades educativas poco oportunas. Esto genera que los estudiantes se conviertan en meros consumidores de conocimiento, sin generar nuevo conocimiento. En el contexto del estudio de la didáctica de la matemática, se ha observado que la experiencia adquirida por los estudiantes de la pedagogía de las ciencias experimentales de matemáticas y física es beneficiosa para el proceso de construcción del conocimiento, pero también se han identificado debilidades como la falta de conocimiento de metodologías activas y la falta de comprensión de los procesos didácticos en la planificación microcurricular. Es necesario abordar estas debilidades para fomentar el desarrollo del pensamiento lógico en los estudiantes de matemáticas y física.

El problema central que se plantea es la persistencia del uso de métodos y estrategias pedagógicas que se enfocan únicamente en la transmisión de conocimientos, lo que dificulta el desarrollo del pensamiento lógico, habilidad fundamental para la formación integral de los estudiantes y el desempeño profesional de los docentes. Es necesario que se promueva el desarrollo de la capacidad de los estudiantes para resolver problemas matemáticos, integrando el conocimiento abstracto con el conocimiento concreto, mediante la utilización de nuevos enfoques educativos, como el ciclo de aprendizaje ERCA y el Aprendizaje Basado en Problemas ABP. La adopción de estos enfoques permitiría mejorar la formación matemática de los estudiantes y docentes, y aseguraría un mejor desempeño en la solución de problemas reales en su futuro desempeño profesional.

El objetivo principal del estudio es contribuir a transformar el proceso de enseñanza-aprendizaje involucrando a docentes y estudiantes mediante la aplicación de metodologías activas, generando un cambio actitudinal y pedagógico en el que los estudiantes puedan proponer soluciones a problemas matemáticos y relacionarlos con su entorno. Se busca motivar a los docentes para adoptar nuevos enfoques educativos y mejorar la calidad de la educación matemática, contribuyendo a una formación integral para enfrentar los desafíos actuales.

Este proyecto se justifica debido a los resultados insatisfactorios de los estudiantes en las pruebas nacionales e internacionales y al desinterés en la asignatura. Por tanto, se propone el uso de metodologías centradas en el estudiante y enfoques innovadores para mejorar el rendimiento académico y fomentar el desarrollo de habilidades de orden superior, lo que permitirá que los estudiantes sean más competitivos y estén mejor preparados para enfrentar los desafíos del mundo actual.

Para llevar a cabo esta investigación se han planteado las siguientes interrogantes: ¿Cuál es la razón para enseñar matemática utilizando enfoques educativos del ERCA y el ABP?, ¿Cuáles son los procesos didácticos de las estrategias innovadoras ERCA y ABP en la enseñanza de matemática?, ¿De qué manera las metodologías activas ERCA y ABP promueven el crecimiento del pensamiento lógico y la edificación del conocimiento matemático?, ¿Cómo evaluar la intervención educativa de los estudiantes de pedagogía después de su formación en el manejo de los enfoques educativos ERCA, ABP y la planificación micro curricular?

Este estudio utiliza una combinación de métodos de investigación exploratoria, descriptiva y relacional, con un enfoque cualitativo y cuantitativo. El diseño metodológico es cuasi experimental y se aplica a un grupo de control y un grupo experimental de 39 estudiantes de Pedagogía de las Ciencias Experimentales de las Matemáticas y Física en la Universidad Técnica Luis Vargas Torres de Esmeraldas. Ambos grupos se someten a pruebas pretest y posttest para comparar los resultados obtenidos en la enseñanza tradicional y la aplicación de los métodos ERCA y ABP. La hipótesis planteada es que los métodos ERCA y ABP son estrategias innovadoras para la enseñanza de la matemática.

Tabla 1. Población de Estudio

Unidad de Análisis	Cantidad	%
Estudiantes de 4to nivel	22	
Estudiantes de 5to nivel	17	
Total	39	100

Nota: Población de Estudio, elaborado en el programa de Microsoft Excel

En este estudio se utilizaron varios métodos científicos, como el empírico, teórico y estadístico, para explorar y comprender la realidad de la utilización de procesos didácticos en la enseñanza de matemática. Se formularon hipótesis, se observó y midió el objeto de estudio, se conceptualizaron perspectivas históricas, lógicas, hipotéticas, causales y dialécticas, y se utilizaron datos cuantitativos y cualitativos para verificar la hipótesis y obtener consecuencias comprobables.

El pretest y postest a través de un cuestionario son herramientas importantes para recopilar datos en investigaciones educativas. El pretest mide el nivel de conocimiento de los estudiantes antes de la intervención educativa, mientras que el postest mide el impacto de las estrategias metodológicas implementadas en el aprendizaje de los estudiantes. El uso de un cuestionario estandariza la prueba y permite comparar resultados precisos antes y después de la intervención educativa, lo que lo convierte en una técnica valiosa para obtener información objetiva y cuantitativa en investigaciones educativas.

METODOLOGÍA

Metodologías Activas. A finales del siglo XIX y principios del siglo XX, surgió un relevante impulso de renovación en la educación y la pedagogía llamado Educación Nueva, el cual introdujo las metodologías activas.

La corriente de la Educación Nueva promovió cambios en la educación tradicional mediante la introducción de nuevos estilos de enseñanza centrados en el alumno, el fomento del espíritu crítico a través del método científico y el rechazo al aprendizaje memorístico. En el siglo XX surgieron nuevos métodos que privilegiaban la observación personal y la construcción real, en contraposición a una enseñanza expositiva y dogmática. (Gima, 2008, p.5).

Desde la época mencionada hasta hoy en día, se ha visto el surgimiento de la aplicación de metodologías activas. Estas se refieren a los métodos, técnicas y estrategias empleadas por los docentes para convertir la enseñanza en actividades que fomenten la participación activa del estudiante y, por lo tanto, conduzcan al aprendizaje. Al respecto se indica que:

La estrategia de la metodología activa busca desarrollar habilidades en los estudiantes a través de métodos como el aprendizaje basado en la resolución de problemas y el aprendizaje cooperativo. Estas habilidades incluyen la autonomía, el trabajo en equipo, la comunicación efectiva, la cooperación, la solución de problemas y la creatividad. (Matos, R.Y., y Sánchez, J. V., 2016, p 52). En general, las metodologías activas buscan romper con el modelo de enseñanza tradicional proponiendo la interacción entre enseñanza, servicio y comunidad, afirmando la necesidad estratégica de combinar, de manera transformadora, acciones educativas con procesos de trabajo y construir/fortalecer relaciones interprofesionales que impacten la realidad concreta de los territorios (Jacobovski, Ferro, 2021).

Las metodologías activas ERCA y ABP en el crecimiento del pensamiento lógico y la construcción del conocimiento matemático.

La mayoría de los profesores de matemáticas siguen un enfoque tradicionalista y rutinario en su enseñanza, lo que puede afectar negativamente el aprendizaje de los estudiantes. La teoría del aprendizaje contextual sugiere que el aprendizaje solo ocurre cuando el estudiante procesa la información en su propio marco de referencia. El Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) es una estrategia innovadora en la educación que se enfoca en el estudiante y fomenta el trabajo en equipo y colaborativo. El enfoque del Aprendizaje Basado en Problemas consiste en presentar problemas para que los estudiantes adquieran e integren nuevos conocimientos a través del trabajo en pequeños grupos y la orientación del tutor.

Según Guevara (2010), el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) es "un método de enseñanza centrado en el estudiante, que trabajan en grupos pequeños y bajo la supervisión de un tutor, abordando problemas reales o hipotéticos para lograr el aprendizaje y la instrucción" (p.4).

Según Sánchez, F. L. (2016). el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) es "una técnica de enseñanza y aprendizaje que enfatiza tanto en la adquisición de conocimientos como en el desarrollo de habilidades y actitudes" (p.209).

Se sabe que las estrategias convencionales se enfocan únicamente en la transmisión y adquisición de conocimientos, mientras que el enfoque del ABP permite que los estudiantes aprendan a identificar y resolver problemas. De acuerdo con Barrel (1999), "el ABP estimula a los individuos a buscar situaciones con el objetivo de construir soluciones a través de procedimientos inherentes a la investigación" (p.34). En comparación con la enseñanza tradicional, el ABP mejora varios aspectos importantes del proceso de enseñanza-aprendizaje, tal y como señalan Blumerg, Mitchell, Norman y Achimidt, citados en Vizcarro, (2010): "favorece la asimilación de los aprendizajes para la solución de problemas, promueve el trabajo en pequeños grupos, aumenta las habilidades de autoaprendizaje" (p.14), permite a los estudiantes aplicar la problemática de su vida cotidiana, profundiza las aptitudes intelectuales, sociales y afectivas, agrupa los recursos a utilizar, perfecciona el aprendizaje y ayuda a obtener los conocimientos necesarios.

Milla (2012) sostiene que "el ABP resalta dos aspectos clave: la función del profesor como guía del proceso y el hecho de que la solución debe ser fruto de la interacción de un equipo" (p. 33). En términos generales, esta estrategia se enfoca específicamente en la enseñanza de matemáticas y pueden ser implementadas según lo propuesto por Moust, Bouhijis y Schmidt, citados en Vizcarro, (2010): "identifica los conceptos relevantes; identifica el problema a resolver; interpreta el tipo de problema para que los estudiantes puedan aplicar sus conocimientos" (p. 36); discute todos los conceptos relacionados

con el problema; expone los supuestos del problema y los objetivos de aprendizaje; resume de toda la información recopilada para estructurar las conclusiones del problema.

La metodología ERCA es un enfoque participativo y dinámico, diseñado para grupos de trabajo pequeños y medianos. Se destaca por la integración de conocimientos teóricos y su aplicación práctica, así como la valoración de las experiencias de los participantes y la orientación hacia la adquisición de aprendizajes significativos. Además, fomenta la reflexión crítica y el autoaprendizaje, la creatividad y el pensamiento crítico en los estudiantes, y promueve la socialización del conocimiento a través del trabajo en equipo. También se enfoca en desarrollar actitudes positivas hacia el aprendizaje y fomentar la motivación para el desarrollo de nuevas habilidades, lo que contribuye al aprendizaje cooperativo y a la construcción de relaciones interpersonales saludables.

A partir de los planteamientos teóricos y la teoría de David Kolb, se desarrolla la metodología ERCA, también conocida como el ciclo de cuatro momentos: Experiencia, Reflexión, Conceptualización y Aplicación. Cada uno de estos momentos tiene una función específica. En el primer momento, la Experiencia, se considera el punto de partida para el aprendizaje y su intensidad y grado de involucramiento afectan el éxito del proceso. En la etapa de Reflexión, se busca explicar los resultados, emociones o sensaciones que surgieron a partir de la experiencia, permitiendo al alumno expresar sus sensaciones y analizar lo sucedido. La buena reflexión implica hacer preguntas adecuadas que provoquen una interpretación lógica de las emociones en función de la capacidad que se quiere desarrollar. En la etapa de Conceptualización, se sistematizan las ideas construidas durante la reflexión y el docente aporta información, conceptos y teorías para profundizar los conocimientos y lograr una nueva capacidad de desempeño. Finalmente, en la etapa de Aplicación, los alumnos interactúan y realizan ejercicios, actividades y tareas que les permiten utilizar los nuevos conocimientos adquiridos en situaciones nuevas.

Estrategias innovadoras en la planificación curricular

En la actualidad, es necesario que los docentes cambien su actitud ante el cambio significativo en el ámbito educativo. Para enriquecer la planificación curricular, se necesitan profesores capacitados en la implementación de estrategias innovadoras. Es importante que se promuevan prácticas de integración educativa innovadoras que permitan el desarrollo profesional docente.

En el ámbito educativo, se utiliza con frecuencia el término innovación en distintos contextos, como la política educativa, la práctica docente, la formación de formadores y la gestión institucional, entre otros. Según el estudio de Cortés (2016):

las bases conceptuales son importantes para delimitar el alcance de la innovación educativa. Aunque hay diferentes enfoques para entender el concepto de innovación, si se amplía su definición hacia la renovación, se abren posibilidades para mejorar las prácticas educativas tradicionales y ya existentes. (p.32)

La implementación de la innovación en la enseñanza debe ser un enfoque transversal. Es fundamental que este discurso no solo sea teórico, sino que sea aplicable a la realidad específica de cada estudiante, teniendo en cuenta su contexto. En este sentido, Salazar y Tobón (2018) sostienen que, "en la formación docente, se espera que el docente innove en su práctica y transforme los procesos de aprendizaje de sus alumnos, pero desafortunadamente no se proporcionan los recursos necesarios para hacerlo" (p.17).

Moreno (2015) sostiene que "la innovación educativa debe partir de la vida diaria en el aula y que se debe fomentar un aprendizaje que no se base únicamente en la memorización" (p.511). Para ello, es importante llevar a cabo una planificación curricular que permita cambiar las prácticas pedagógicas tradicionales, a fin de transformar el proceso de formación en un espacio de indagación. Además, se deben utilizar estrategias y recursos adecuados para promover aprendizajes significativos en los estudiantes.

Imbernón (2016) argumenta que "la innovación depende del enfoque del docente en el contexto y la incorporación de ese entorno social en su planificación de clases" (p.121). Para mantenerse actualizado y atractivo para los estudiantes, el profesor debe seguir el ritmo vertiginoso del avance de la sociedad y las prácticas académicas. Martínez (2014) sostiene que "el docente debe formarse para la sociedad del conocimiento y aprender a seleccionar críticamente la información para resolver los problemas contemporáneos" (p.15). En este sentido, la planificación curricular debe mejorar el nivel educativo de los estudiantes y motivarlos para superar los desafíos del mundo actual.

Según Matos y Sánchez (2016), "la implementación de estrategias curriculares innovadoras depende de los procedimientos metodológicos utilizados y la motivación constante del estudiante" (p.52). La planificación curricular no debe ser vista como una restricción, sino como una herramienta que guía al docente para mejorar su enseñanza en cualquier materia o tema.

El proceso didáctico en la planificación micro curricular en la enseñanza de matemática se aplica a través del

ciclo de aprendizaje ERCA.

1. EXPERIENCIA

- 1.1. Conocimientos previos, son aquellas estrategias que se basan en los conocimientos previos del estudiante, sus habilidades y la experiencia que ha adquirido en su entorno.
- 1.2. Prerrequisitos, son aquellas que recuperan los conocimientos previos del estudiante, ofreciendo una visión general de todo lo que ha aprendido y olvidado en el pasado.

2. REFLEXIÓN

Estas estrategias se enfocan en motivar al estudiante y hacerle comprender la relevancia y la importancia del tema de estudio. Para ello, el profesor debe demostrar al estudiante cómo el tema será útil en otras asignaturas y cómo se aplica en la vida cotidiana. También es importante que el docente comparta su experiencia personal sobre cómo el tema le ha sido útil en su carrera como maestro y cómo lo ha utilizado en la práctica.

3. CONCEPTUALIZACIÓN

- 3.1. Construcción del nuevo conocimiento, a través de la Conceptualización, Comprensión, Análisis, Síntesis y Generalización, que procesos del desarrollo de la inteligencia.
- 3.2. Modelación. Es una estrategia para establecer uno o varios modelos de ejercicios o problemas que se desea aplicar para afirma el proceso anterior. Ejercicios o problemas modelos presentado por el docente
- 3.3. Ejecución. Es la estrategia de trabajo individual o equipo, donde el estudiante realiza ejercicios y/o problemas similares a los de modelación.

4. APLICACIÓN

Son las estrategias donde el estudiante trasciende en la aplicación del tema estudiado en otras situaciones.

- 4.1. Aplicación de herramientas tecnológicas para confirmar el conocimiento adquirido
- 4.2. Verificar el nivel de logro del aprendizaje;
- 4.3. Propiciar la realimentación.
- 4.4. Aplicar la evaluación final de la clase.
- 4.5. Verificar del desempeño del propio docente, identificando la pertinencia de las actividades y los materiales empleados, además de otros aspectos que considere necesarios.

El proceso didáctico en la planificación micro curricular se aplica a través del Aprendizaje Basado en Problema

– ABP

1. INICIO DE LA CLASE

- 1.1. Conocimientos previos.
- 1.2. Prerrequisitos.

2. REFLEXIÓN

3. APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMA:

- 3.1. Lectura de interpretación
- 3.2. Análisis del problema
- 3.3. Formulación y selección de alternativas de solución
- 3.4. Planteamiento del problema en base a la alternativa seleccionada
- 3.5. Resolución, modelación y ejecución
- 3.6. Verificación del proceso y solución aplicando herramientas tecnológicas

4. CIERRE DE LA CLASE

- 4.1. Verificar el nivel de logro del aprendizaje;
- 4.2. Propiciar la realimentación.
Aplicar la evaluación final de la clase.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 2. Resumen de procesamiento de casos a

	Incluido		Excluido		Total	
	N	%	N	%	N	%
GC_Pretest	22	100,0%	0	0,0%	22	100,0%
GE_Pretest	17	77,3%	5	22,7%	22	100,0%

a. Limitado a los primeros 100 casos.

Nota. Resumen de procesamiento de casos, elaborado en el software SPSS V.23

Análisis e Interpretación

Se registra que el número de casos en el Grupo Experimental es un 22,7% menos que en el grupo de control, lo cual se debe a que la población de este grupo es menor en 5 individuos. En total se excluyeron 5 casos del estudio, como lo muestra el resumen de casos en la tabla 3.

Tabla 3. Resúmenes de casos ^a

	GC_Pretest	GE_Pretest
1	9	1
2	5	2
3	8	10
4	8	8
5	7	8
6	5	0
7	9	10
8	3	7
9	0	8
10	4	8
11	7	10
12	5	9
13	9	10
14	7	6
15	2	10
16	3	10
17	0	5
18	0	.
19	0	.
20	4	.
21	8	.
22	8	.
Total	N 22	17

a. Limitado a los primeros 100 casos.

Nota: Resumen de casos del Grupo de control y grupo experimental, elaboración en el software SPSS

Tabla 4. Frecuencia del Grupo de Control – Pretest

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	0	4	18,2	18,2
	2	1	4,5	22,7
	3	2	9,1	31,8
	4	2	9,1	40,9
	5	3	13,6	54,5
	7	3	13,6	68,2
	8	4	18,2	86,4
	9	3	13,6	100,0
Total	22	100,0	100,0	

Nota. Frecuencia del Grupo de Control - Pretest, elaborado en el software SPSS V.23

Tabla 5. Frecuencia del Grupo de Experimental – Postest

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	0	1	4,5	5,9	5,9
	1	1	4,5	5,9	11,8
	2	1	4,5	5,9	17,6
	5	1	4,5	5,9	23,5
	6	1	4,5	5,9	29,4
	7	1	4,5	5,9	35,3
	8	4	18,2	23,5	58,8
	9	1	4,5	5,9	64,7
	10	6	27,3	35,3	100,0
	Total	17	77,3	100,0	
Perdidos	Sistema	5	22,7		
Total		22	100,0		

Nota. Frecuencia del Grupo de Experimental - Postest, elaborado en el software SPSS V.23

Tabla 6. Estadísticos

N	Válido Perdidos	GC_ Pretest 22 0	GE_ Pretest 17 5
Media		5,05	7,18
Mediana		5,00	8,00
Moda		0 ^a	10
Desviación estándar		3,199	3,321
Varianza		10,236	11,029
Asimetría		-,400	-1,184
Curtosis		-1,183	,269
Rango		9	10
Mínimo		0	0
Máximo		9	10
Percentiles	25	2,75	5,50

a. Existen múltiples modos. Se muestra el valor más pequeño.

Nota. Estadísticos - Postest, elaborado en el software SPSS V.23

Tabla 7. Estadísticos descriptivos

	Media	Desviación estándar	N
GC_ Pretest	5,05	3,199	22
GE_ Pretest	7,18	3,321	17

Nota. Estadísticos descriptivos- Postest, elaborado en el software SPSS V.23

Análisis e Interpretación

En las condiciones iniciales, se observó que el Grupo de Control obtuvo una puntuación promedio de 5.05 de un total de 10 puntos, lo que indica un rendimiento insatisfactorio. Por el contrario, el Grupo Experimental logró una puntuación promedio de 7.18 puntos de un total de 10, lo que se considera una calificación satisfactoria. Por lo tanto, se puede deducir que el Grupo Experimental tenía algún conocimiento previo sobre el objeto de estudio, lo que les permitió obtener un mejor rendimiento que el Grupo de Control. Esta diferencia en el rendimiento es un resultado significativo que apoya la hipótesis de que el tratamiento experimental al que fue sometido el Grupo Experimental tuvo un efecto positivo en su rendimiento.

Tabla 8. Correlaciones

		GC_ Pretest	GE_ Pretest
GC_ Pretest	Correlación de Pearson	1	,037
	Sig. (bilateral)		,887
	N	22	17
GE_ Pretest	Correlación de Pearson	,037	1
	Sig. (bilateral)	,887	
	N	17	17

Nota. Correlaciones - Postest, elaborado en el software SPSS V.23

Análisis e Interpretación

En el pretest y en la correlación entre los grupos de control y experimental, se encontró una correlación de Pearson con una significancia bilateral de 0.887, lo que indica una correspondencia positiva considerable entre ambos grupos y sugiere que son similares en términos de conocimiento previo. Sin embargo, se observó que el Grupo Experimental mostró un leve dominio en el conocimiento de las estrategias ERCA y ABP en comparación con el Grupo de Control. En el pretest, alrededor del 45.4% de los estudiantes del Grupo de Control y el 54.4% del Grupo Experimental obtuvieron calificaciones satisfactorias (7 de 10 puntos). Solo 6 estudiantes del Grupo Experimental obtuvieron calificaciones sobresalientes, mientras que en el Grupo de Control no hubo estudiantes con esta calificación. A partir de estos resultados, se puede inferir que se necesitan enfoques educativos innovadores que fomenten el desarrollo del pensamiento lógico en la enseñanza de matemáticas, para mejorar el rendimiento de ambos grupos y lograr mejores resultados en general.

Tabla 9. Resúmenes de casos^a Posttest

	GC_Posttest	GE_Posttest
1	3	9
2	4	9
3	7	9
4	6	10
5	8	9
6	0	9
7	7	9
8	6	10
9	7	9
10	8	9
11	8	9
12	6	8
13	8	8
14	6	9
15	7	10
16	7	9
17	5	10
18	6	.
19	6	.
20	8	.
21	4	.
22	6	.
Total	N	
	22	17

a. Limitado a los primeros 100 casos.

Nota. Resúmenes de casos^a Posttest - Posttest, elaborado en el software SPSS V.23

Tabla 10. Frecuencia del Grupo de Control _ Posttest

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	0	1	4,5	4,5
	3	1	4,5	9,1
	4	2	9,1	18,2
	5	1	4,5	22,7
	6	7	31,8	54,5
	7	5	22,7	77,3
	8	5	22,7	100,0
Total	22	100,0	100,0	

Nota. Frecuencia del Grupo de Control _ Posttest, elaborado en el software SPSS V.23

Tabla 11. Frecuencia del Grupo de Experimental _ Posttest

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	8	2	9,1	11,8
	9	11	50,0	64,7
	10	4	18,2	23,5
	Total	17	77,3	100,0
Perdidos	Sistema	5	22,7	
Total	22	100,0		

Nota. Frecuencia del Grupo de Experimental _ Posttest, elaborado en el software SPSS V.23

Tabla 12. Estadísticos descriptivos

	Media	Desviación estándar	N
GC_Postest	6,05	1,939	22
GE_Postest	9,12	,600	17

Nota. Estadísticos descriptivos, elaborado en el software SPSS V.23

Tabla 13. Correlaciones entre GC y GE Postest

		GC_Postest	GE_Postest
GC_Postest	Correlación de Pearson	1	-,105
	Sig. (bilateral)		,689
	N	22	17
GE_Postest	Correlación de Pearson	-,105	1
	Sig. (bilateral)	,689	
	N	17	17

Nota. Correlaciones entre GC y GE Postest, elaborado en el software SPSS V.23

En el postest y en la correlación entre los grupos de control y experimental, se encontró una correlación de Pearson de 0.689 con significancia bilateral, lo que indica una correspondencia positiva media entre ambos grupos y sugiere que son similares en términos de conocimiento previo. A pesar de ello, el Grupo Experimental mantuvo un leve dominio en el conocimiento de las estrategias ERCA y ABP en comparación con el Grupo de Control. En el pretest, el 77.3% del Grupo Experimental alcanzó una calificación satisfactoria, en comparación con el 45.4% del Grupo de Control. Solo 6 estudiantes del Grupo Experimental obtuvieron calificaciones sobresalientes, mientras que en el Grupo de Control no hubo estudiantes con esta calificación. Estos resultados respaldan la hipótesis de que el uso de estrategias ERCA y ABP como enfoques educativos innovadores fomenta el desarrollo del pensamiento lógico en la enseñanza de matemática y son aplicables en la planificación microcurricular. De esta forma, se concluye que el Grupo Experimental, al ser sometido a este tratamiento experimental, obtuvo un rendimiento superior al del Grupo de Control en el postest, lo que indica la importancia de utilizar enfoques innovadores en la enseñanza de las matemáticas para lograr mejores resultados.

Prueba T

Tabla 14. Estadísticas de muestras emparejadas

		Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 1	GC_Postest	6,06	17	2,106	,511
	GE_Postest	9,12	17	,600	,146

Nota. Estadísticas de muestras emparejadas, elaborado en el software SPSS V.23

Tabla 15. Correlaciones de muestras emparejadas

		N	Correlación	Sig.
Par 1	GC_Postest & GE_Postest	17	-,105	,689

Nota. Correlaciones de muestras emparejadas, elaborado en el software SPSS V.23

Tabla 16. Prueba de muestras emparejadas

		Diferencias emparejadas							
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia		Sig.		
					Inferior	Superior		t	gl (bilateral)
Par 1	GC_Postest - GE_Postest	-3,059	2,249	,546	-4,215	-1,902	5,607	16	,000

Nota. Prueba de muestras emparejadas, elaborado en el software SPSS V.23

Tabla 17. Resumen de contraste de hipótesis

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La mediana de las diferencias entre GC_Postest y GE_Postest es igual a 0.	Prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas	,000	Rechaza la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es ,05.

Nota: Resumen de contraste de hipótesis, elaborado en el software SPSS V.23

Se llevó a cabo un análisis estadístico utilizando la prueba t de Student para evaluar los resultados del postest, comparando las medias y varianzas del grupo en dos momentos diferentes, con un nivel de significancia del 5% y un nivel de confianza del 95%. La hipótesis del investigador establecía que las estrategias ERCA y ABP son enfoques innovadores para la enseñanza de la matemática, mientras que la hipótesis nula afirmaba lo contrario. Los resultados de la prueba t de Student y la prueba de Wilcoxon arrojaron un valor de P de 0,000, que es menor que el nivel de significancia establecido de 0,05, lo que indica que se acepta la hipótesis del investigador H1, confirmando que las estrategias ERCA y ABP son innovadoras para la enseñanza de la matemática. Por lo tanto, se concluye que estas estrategias son efectivas para promover el desarrollo del pensamiento lógico en la enseñanza de la matemática y mejorar las calificaciones de los estudiantes en el postest en comparación con el pretest. En consecuencia, se recomienda el uso de estas estrategias en la planificación microcurricular para mejorar el aprendizaje de los estudiantes de matemática.

La implementación de la enseñanza enfoques educativos como el ERCA y el ABP en la educación de estudiantes de pedagogía de las Ciencias Experimentales de Matemática y Física demostró ser efectiva para fomentar el desarrollo del pensamiento lógico con estrategias innovadoras en la enseñanza de matemáticas. Estos enfoques también son utilizados en la planificación curricular a nivel micro. Los resultados de la investigación fueron respaldados por pruebas estadísticas como la prueba de T de Student y la de Wilcoxon, lo que confirma la hipótesis del estudio. Según Peña y Naranjo (2015), el Aprendizaje Basado en Problemas y el aprendizaje cooperativo son dos metodologías activas con importantes resultados en la construcción del conocimiento en general. Además, las estrategias innovadoras incluidas en las planificaciones curriculares son una parte importante de la bibliografía académica relacionada con la formación de docentes, tal como lo menciona Sánchez (2019). Como parte de la práctica pedagógica, el ERCA y el ABP permiten la reflexión y crítica de contenidos abordados en clases, así como la participación en grupos de trabajo y la elaboración de dinámicas relacionadas con temáticas tratadas. Según Lincoln Arias (2018), la aplicación de la metodología ERCA tuvo un efecto positivo en el desarrollo del área de Ciencia, Tecnología y Ambiente en una institución educativa, lo que se demostró a través de una prueba t para medias de dos muestras emparejadas. Los resultados de la prueba permitieron rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alterna.

La metodología ERCA se enfoca en la participación activa de los estudiantes a través de la formulación de preguntas, la investigación y la contextualización del contenido. Se promueve el trabajo en equipo, la resolución de problemas y la discusión de temas actuales. La investigación se centró en mejorar las habilidades lógico-matemáticas y el pensamiento abstracto de los estudiantes de pedagogía de matemáticas utilizando el ABP. Los resultados mostraron que los estudiantes mejoraron en la formulación de problemas, establecimiento de relaciones entre variables y selección de alternativas viables de solución. Se destaca la importancia de seleccionar diferentes estrategias y actividades para el proceso de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas.

CONCLUSIONES

Las metodologías activas como el Ciclo de Aprendizaje ERCA y el Aprendizaje Basado en Problemas tienen un impacto significativo en el proceso bidireccional de enseñanza-aprendizaje de docentes y estudiantes de pedagogía. Estas metodologías promueven la participación activa y la reflexión crítica sobre el contenido por parte de los estudiantes, al tiempo que requieren un enfoque más práctico y colaborativo por parte de los docentes. Juntas, estas metodologías pueden transformar el proceso de enseñanza-aprendizaje y mejorar las prácticas pedagógicas a través de una retroalimentación continua.

La participación activa de los estudiantes de pedagogía en el proceso de aprendizaje a través de metodologías activas generó un cambio actitudinal y pedagógico. Desarrollaron habilidades de resolución de problemas, toma de

decisiones y reflexión crítica, relacionando los conocimientos adquiridos con su entorno y realidad. Esto los animó a ser más autónomos y asumir un rol más activo en su proceso de aprendizaje y estarán mejor preparados para enfrentar desafíos y problemáticas en su práctica docente y proponer soluciones más efectivas y relacionadas con su entorno.

La enseñanza de matemática debe fomentar el pensamiento lógico y crítico en los estudiantes y no limitarse a la memorización de fórmulas y procedimientos. El uso de estrategias innovadoras puede ayudar a los docentes a adaptarse a las necesidades y características de los estudiantes actuales. Además, el desarrollo del pensamiento lógico y crítico en la enseñanza de matemática es esencial para el desarrollo de habilidades y competencias importantes para la vida laboral y ciudadana, como la resolución de problemas complejos, toma de decisiones y comunicación efectiva.

Para mejorar la calidad de la educación matemática es fundamental invertir en la formación de docentes y en materiales educativos de calidad. Los docentes deben contar con habilidades actualizadas y metodologías innovadoras que fomenten el desarrollo del pensamiento lógico y crítico de los estudiantes. Es importante asegurar el acceso a recursos educativos de calidad adaptados a las necesidades individuales de los estudiantes, lo que se puede lograr mediante el uso de estrategias innovadoras. Mejorar la educación matemática es esencial para enfrentar los desafíos del mundo actual y lograr una formación integral de estudiantes y docentes.

REFERENCIAS

- BARREL, John (1999) *El aprendizaje basado en problemas-un enfoque investigativo*. Buenos Aires: Manantial SRL.
- CORD (2003) *Enseñanza contextual de las matemáticas, piedra angular del cambio de paradigmas*. Estados Unidos de América: CORD Communications.
- Cortés, A. (2016). *Prácticas innovadoras de integración educativa de TIC que posibilitan el desarrollo profesional docente*. (Tesis doctoral). Universidad Autónoma de Barcelona, Barcelona, España. Recuperado de <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/400225/acr1de1.pdf?sequence=1>
- GIMA - Grupo de Innovación en Metodologías Activas (2008) *Metodologías activas*. España : Editorial Universidad Politécnica de Valencia, UPV, <http://www.gobiernodecanarias.org/educacion/rtee/didmat.htm>
- GUEVARA, Gabriela (2010) Aprendizaje basado en problemas como técnica didáctica para la enseñanza del tema de la recursividad. *Revista Intercedes, XI(XX)*. Revista electrónica de las sedes regionales de la Universidad de Costa Rica.
- Imbernón, F. (2016). Los retos educativos del presente y del futuro. La sociedad cambia, ¿y el profesorado? *Revista Internacional de Formação de professores, 1(1)*, 121-129. Recuperado de <https://itp.ifsp.edu.br/ojs/index.php/RIFP/article/download/206/373>
- Jacobovski, R., & Ferro, L. F. (2021). Permanent education in Health and Active Learning methodologies: a systematic integrative review. *Research, Society and Development, 10(3)*, e39910313391. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i3.13391>
- Lincoln Arias, M. T. (2018). Efecto de la metodología ERCA en el desarrollo del área Ciencia Tecnología y Ambiente del cuarto año de secundaria IE "Julio Armando Ruiz Vásquez" distrito de Amarilis. Año 2018.
- Martínez, M. P. (2014). Proceso de enseñanza-aprendizaje de habilidades sociales y dinámica de grupos en el aula virtual de los ciclos formativos de la Familia Profesional de Servicios Socioculturales a la Comunidad en el régimen semipresencial. *Revista Electrónica 'Quaderns d'Animació i Educació Social', 19(2)*, 1-15. Recuperado de <http://www.emeraldinsight.com/doi/abs/10.1108/IJSHE-02-2016-0028>
- Matos, R.Y., y Sánchez, J. V. (2016). Procederes metodológicos: vía para implementar las estrategias curriculares. *Educación y Sociedad, 14(1)*, 52-61. Recuperado de <http://revistas.unica.cu/index.php/edusoc/article/view/149>
- MILLA, Milagros (2012) *Pensamiento crítico en estudiantes de 5° de secundaria de los colegios de Carmen de la Legua Callao* (Tesis de maestría). Lima: Universidad San Ignacio de Loyola. www.academia.edu/.../2012_Milla_Pensamiento-crítico-en-estudiantesde-quinto-de-secundaria. 3 de junio de 2016.
- Moreno, A. (2015). Enfoques en la formación docente. *Ra Ximhai, 11(4)*, 511-518. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=46142596037>
- Peña, L. A. P., & Naranjo, L. M. J. (2015). Metodología activa en la construcción del conocimiento matemático. *Sophía, (19)*, 291-314.
- Salazar, E., y Tobón, S. (2018). Análisis documental del proceso de formación docente acorde con la sociedad del conocimiento. *Revista Espacios, 39(53)*, 17-30. Recuperado de <http://www.revistaespacios.com/cited2017/cited2017-17.pdf>
- Sánchez, C. (2019). Estrategias innovadoras en la planificación curricular, un reto de la educación contemporánea. *Rehuso, 4(3)*, 39-47. Recuperado de: <https://revistas.utm.edu.ec/index.php/Rehuso/article/view/1984>
- Sánchez, F. L. (2016). ABP como estrategia para desarrollar el pensamiento lógico matemático en alumnos de educación secundaria. *Sophía: Colección de Filosofía de la Educación, (21)*, 209-224.
- VIZCARRO, Carmen (2010) *La metodología del aprendizaje basado en problemas. ¿Qué es y cómo funciona el aprendizaje basado en problemas?* Madrid: Universidad Autónoma de Madrid. http://ub.edu/dikasteia/LIBRO_MURCIA.pdf, 6 de junio de 2016.