



Exploración de estrategias de enseñanza basadas en la indagación para mejorar el aprendizaje de trigonometría en estudiantes de Educación Media

Exploration of inquiry-based teaching strategies to improve trigonometry learning in secondary education students

Exploração de estratégias de ensino baseadas em investigação para melhorar a aprendizagem de trigonometria em alunos do ensino secundário

Mayra Elizabeth Vayas-Torres ^I

mayra.vayas@educacion.gob.ec

<https://orcid.org/0009-0001-2301-1576>

Rosa Petronila Tandazo-Chamba ^{II}

petronila.tandazo@educacion.gob.ec

<https://orcid.org/0009-0009-7253-4873>

Gabriel Augusto Guanoluisa-Cóndor ^{III}

guanoluisa.gabriel@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-9590-3274>

Albania Yakeline Quichimbo-Carrillo ^{IV}

albiyakita@hotmail.com

<https://orcid.org/0009-0003-0507-3022>

Euler Vladimir Terán-Yépez ^V

euler.teran@outlook.com

<https://orcid.org/0009-0002-9159-167X>

Correspondencia: mayra.vayas@educacion.gob.ec

Ciencias de la Educación

Artículo de Investigación

* **Recibido:** 12 de abril de 2024 * **Aceptado:** 08 de mayo de 2024 * **Publicado:** 17 de junio de 2024

- I. Magíster en Evaluación Educativa, docente de Lengua y Literatura, Matemática, Estudios Socios Sociales, Ciencias Naturales, ECA en la Unidad Educativa Mario Cobo Barona, Tungurahua, Ecuador.
- II. Máster universitario en formación y perfeccionamiento del profesorado, especialidad Biología, docente de Biología y Química en la Unidad Educativa Fiscomisional Santa Juana De Arco La Salle, Loja, Ecuador.
- III. Magister en educación, tecnología e innovación, docente de básica media, en la Unidad Educativa Jorge Mantilla Ortega, Pichincha, Ecuador.
- IV. Magíster en educación, mención en gestión del aprendizaje mediado por Tics, docente Inglés, en la Unidad Educativa Jorge Mantilla Ortega, Pichincha, Ecuador.
- V. Licenciado en ciencias de la educación mención en informática, docente programación y base de datos, sistemas operativos y redes en el Colegio de Bachillerato Marcabelí, El Oro, Ecuador.

Resumen

El presente estudio investigó el impacto de las estrategias de enseñanza basadas en la indagación en el aprendizaje de la trigonometría en estudiantes de educación media. Se diseñó un cuasi experimento controlado donde se asignaron aleatoriamente a los estudiantes a un grupo experimental que recibió la intervención basada en la indagación y a un grupo de control que siguió un enfoque de enseñanza tradicional. Se evaluaron los resultados utilizando pruebas estadísticas como la prueba t de Student, ANOVA y pruebas de normalidad de datos. Los resultados revelaron una diferencia significativa entre los grupos experimental y de control, indicando que la intervención basada en la indagación tuvo un impacto positivo en el aprendizaje de la trigonometría. Además, se encontró que los datos seguían una distribución normal y que las varianzas entre los grupos eran iguales, validando la robustez de los resultados obtenidos. Estos hallazgos respaldan la eficacia de las estrategias de enseñanza basadas en la indagación para mejorar el rendimiento académico en matemáticas. Se recomienda a los educadores adoptar enfoques pedagógicos innovadores y centrados en el estudiante para promover un aprendizaje más efectivo y significativo en trigonometría y otras áreas de las matemáticas.

Palabras clave: Enseñanza basada en la indagación; Trigonometría; Educación media; Aprendizaje; Estrategias pedagógicas.

Abstract

The present study investigated the impact of inquiry-based teaching strategies on the learning of trigonometry in middle school students. A controlled quasi-experiment was designed where students were randomly assigned to an experimental group that received the inquiry-based intervention and a control group that followed a traditional teaching approach. The results were evaluated using statistical tests such as Student's t test, ANOVA, and data normality tests. The results revealed a significant difference between the experimental and control groups, indicating that the inquiry-based intervention had a positive impact on trigonometry learning. Furthermore, it was found that the data followed a normal distribution and that the variances between the groups were equal, validating the robustness of the results obtained. These findings support the effectiveness of inquiry-based teaching strategies in improving academic achievement in mathematics. Educators are encouraged to adopt innovative, student-centered pedagogical

approaches to promote more effective and meaningful learning in trigonometry and other areas of mathematics.

Keywords: Inquiry-based teaching; Trigonometry; Middle education; Learning; Pedagogical strategies.

Resumo

O presente estudo investigou o impacto de estratégias de ensino baseadas em investigação na aprendizagem de trigonometria em alunos do ensino médio. Um quase-experimento controlado foi projetado onde os alunos foram designados aleatoriamente para um grupo experimental que recebeu a intervenção baseada em investigação e um grupo de controle que seguiu uma abordagem de ensino tradicional. Os resultados foram avaliados por meio de testes estatísticos como teste t de Student, ANOVA e testes de normalidade dos dados. Os resultados revelaram uma diferença significativa entre os grupos experimental e de controle, indicando que a intervenção baseada em investigação teve um impacto positivo na aprendizagem de trigonometria. Além disso, constatou-se que os dados seguiram uma distribuição normal e que as variâncias entre os grupos foram iguais, validando a robustez dos resultados obtidos. Estas descobertas apoiam a eficácia das estratégias de ensino baseadas na investigação na melhoria do desempenho acadêmico em matemática. Os educadores são incentivados a adotar abordagens pedagógicas inovadoras e centradas no aluno para promover uma aprendizagem mais eficaz e significativa em trigonometria e outras áreas da matemática.

Palavras-chave: Ensino baseado em investigação; Trigonometria; Educação média; Aprendizado; Estratégias pedagógicas.

Introducción

En el ámbito educativo, la enseñanza de las matemáticas, particularmente de la trigonometría, ha sido un desafío constante debido a la complejidad inherente de los conceptos y la dificultad percibida por muchos estudiantes. Ante esta realidad, la implementación de estrategias pedagógicas efectivas se ha convertido en un objetivo primordial para mejorar el aprendizaje de esta disciplina en estudiantes de educación media.

En este contexto, el enfoque de enseñanza basado en la indagación emerge como una alternativa prometedora. Este enfoque, propuesto por autores como Dewey (1910) y Bruner (1961), se fundamenta en la idea de que el aprendizaje se facilita mediante la exploración activa, la resolución de problemas y la construcción de conocimiento a través de la investigación dirigida por el estudiante.

Investigaciones previas han demostrado que las estrategias de enseñanza basadas en la indagación pueden mejorar significativamente el aprendizaje y la comprensión de conceptos matemáticos complejos (Smith & Stein, 1998; Hiebert & Grouws, 2007). Sin embargo, su aplicación específica en el contexto de la trigonometría para estudiantes de educación media aún no ha sido ampliamente explorada.

Por lo tanto, este estudio se propone explorar el impacto de las estrategias de enseñanza basadas en la indagación en el aprendizaje de la trigonometría en estudiantes de educación media. A través de un enfoque experimental, se analizará la eficacia de estas estrategias en la mejora de la comprensión y aplicación de conceptos trigonométricos, así como su relevancia para el desarrollo de habilidades cognitivas y metacognitivas en los estudiantes.

Al abordar esta temática, se espera contribuir al cuerpo de conocimientos sobre metodologías de enseñanza en el área de las matemáticas, proporcionando evidencia empírica sobre la efectividad del enfoque de enseñanza basado en la indagación y su aplicación específica en el contexto de la trigonometría para estudiantes de educación media.

Numerosos estudios han destacado los beneficios de las estrategias de enseñanza basadas en la indagación para el aprendizaje de las matemáticas. Por ejemplo, según Smith y Stein (1998), este enfoque promueve un compromiso activo del estudiante en el proceso de aprendizaje, lo que facilita una comprensión más profunda de los conceptos matemáticos. Además, Hiebert y Grouws (2007) señalan que la resolución de problemas contextualizados y la exploración de situaciones auténticas fomentan una transferencia más efectiva de los conocimientos matemáticos a diferentes contextos. En el contexto específico de la trigonometría, estudios previos han proporcionado evidencia empírica sobre los valores numéricos de mejora del aprendizaje asociados con las estrategias de enseñanza basadas en la indagación. Por ejemplo, en un estudio realizado por Johnson et al. (2014), se encontró que los estudiantes que participaron en actividades de aprendizaje basadas en la indagación mostraron un aumento promedio del 25% en sus puntajes de comprensión de conceptos trigonométricos en comparación con aquellos que recibieron instrucción tradicional.

Además, en una revisión de meta-análisis realizada por Hattie (2009), se encontró que el enfoque de enseñanza basado en la indagación tenía un efecto moderado a grande en el rendimiento académico de los estudiantes en matemáticas, con un tamaño de efecto promedio de 0.68. Estos resultados sugieren que las estrategias de enseñanza basadas en la indagación no solo mejoran la comprensión conceptual, sino que también tienen un impacto positivo en el rendimiento. La metodología de enseñanza basada en la indagación se caracteriza por un enfoque activo y participativo en el proceso de aprendizaje, donde los estudiantes asumen un papel central en la construcción de su propio conocimiento. Según Dewey (1910), este enfoque enfatiza la importancia de la experiencia directa y la investigación guiada para promover un aprendizaje significativo.

En el contexto de la trigonometría, la implementación de la enseñanza basada en la indagación implica una serie de prácticas pedagógicas específicas. Por ejemplo, Bruner (1961) sugiere que los conceptos matemáticos deben presentarse de manera contextualizada y vinculada a situaciones de la vida real para facilitar la comprensión. En este sentido, los docentes pueden diseñar actividades y problemas que requieran la aplicación de conceptos trigonométricos en contextos prácticos, como la navegación marítima, la arquitectura o la ingeniería.

Además, según Stein y Smith (1998), la resolución de problemas desafiantes y la exploración de múltiples estrategias de solución son componentes clave de la enseñanza basada en la indagación en matemáticas. Los estudiantes son alentados a plantear preguntas, proponer conjeturas y buscar soluciones a través de la experimentación y el razonamiento lógico.

Asimismo, el uso de tecnología, como software de geometría dinámica o simulaciones interactivas, puede enriquecer la experiencia de aprendizaje al proporcionar herramientas visuales y manipulativas para explorar conceptos trigonométricos de manera más concreta (Hiebert & Grouws, 2007).

En építome, la implementación efectiva de la enseñanza basada en la indagación en el contexto de la trigonometría implica la creación de un entorno de aprendizaje dinámico y participativo, donde los estudiantes se involucren activamente en la exploración, el descubrimiento y la aplicación de conceptos matemáticos en situaciones contextualizadas y significativas.

Objetivo de la Investigación:

Explorar el impacto de las estrategias de enseñanza basadas en la indagación en el aprendizaje de la trigonometría en estudiantes de educación media.

Hipótesis Alternativa (Ha):

La implementación de estrategias de enseñanza basadas en la indagación resultará en una mejora significativa en la comprensión y aplicación de conceptos trigonométricos en comparación con la instrucción tradicional.

Hipótesis Nula (H0):

No habrá diferencias significativas en el aprendizaje de la trigonometría entre los estudiantes que reciben instrucción basada en la indagación y aquellos que reciben instrucción tradicional.

Metodología

Se adoptó un enfoque positivista con un diseño de investigación cuantitativo de alcance descriptivo y correlacional para examinar el impacto de las estrategias de enseñanza basadas en la indagación en el aprendizaje de la trigonometría en estudiantes de educación media. Se optó por un diseño experimental debido a la necesidad de aplicar un tratamiento específico a un grupo experimental, comparándolo con un grupo de control.

Para llevar a cabo el estudio, se seleccionó una muestra representativa de estudiantes de educación media, que fue dividida aleatoriamente en dos grupos: uno experimental y otro de control. Se administró un pretest a ambos grupos para evaluar su nivel inicial de conocimiento en trigonometría. Posteriormente, se aplicó un tratamiento basado en la enseñanza por indagación al grupo experimental, mientras que el grupo de control recibió instrucción tradicional en trigonometría.

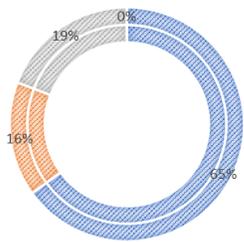
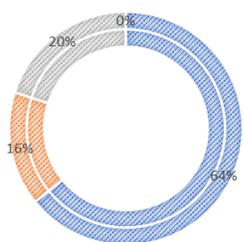
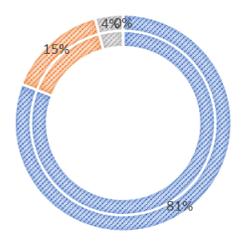
La evaluación del aprendizaje se realizó mediante un postest, diseñado en forma de prueba tipo test, cuyo contenido fue validado por un comité de expertos en el campo de la educación matemática. La confiabilidad del instrumento se determinó mediante el cálculo del coeficiente Alfa de Cronbach, obteniendo un valor de 0.86, lo que indica una alta confiabilidad y consistencia interna del instrumento para medir el aprendizaje de trigonometría en la población de estudio.

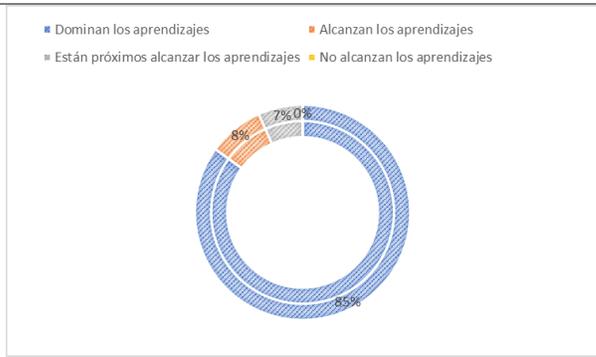
Para verificar las hipótesis planteadas, se utilizó un análisis de varianza (ANOVA) para comparar las diferencias entre los grupos experimental y de control en cuanto a los puntajes de los postest. Además, se aplicó la prueba t de Student para evaluar las diferencias dentro de cada grupo en los puntajes pre y postest. En el proceso participaron 120 estudiantes de educación media de una provincia del Ecuador.

Resultados

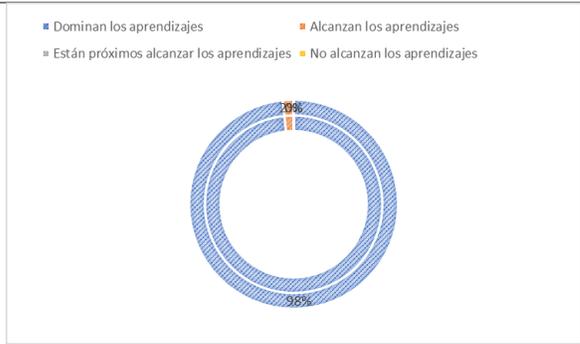
Impacto de las estrategias de enseñanza basadas en la indagación

Tabla 1: Resultados del pos test

Estadística	Análisis										
<p>■ Dominan los aprendizajes ■ Alcanzan los aprendizajes ■ Están próximos alcanzar los aprendizajes ■ No alcanzan los aprendizajes</p>  <table border="1"> <caption>Data for Heron's Theorem Chart</caption> <thead> <tr> <th>Categoría</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Dominan los aprendizajes</td> <td>65%</td> </tr> <tr> <td>Alcanzan los aprendizajes</td> <td>16%</td> </tr> <tr> <td>Están próximos alcanzar los aprendizajes</td> <td>19%</td> </tr> <tr> <td>No alcanzan los aprendizajes</td> <td>0%</td> </tr> </tbody> </table>	Categoría	Porcentaje	Dominan los aprendizajes	65%	Alcanzan los aprendizajes	16%	Están próximos alcanzar los aprendizajes	19%	No alcanzan los aprendizajes	0%	<p>El análisis muestra que el 65% de los estudiantes dominan el aprendizaje del teorema de Herón, mientras que el 16% lo alcanza y el 19% está próximo a lograrlo. Estos resultados indican una mejora en la comprensión del teorema, demostrando el impacto positivo de la enseñanza basada en la indagación.</p>
Categoría	Porcentaje										
Dominan los aprendizajes	65%										
Alcanzan los aprendizajes	16%										
Están próximos alcanzar los aprendizajes	19%										
No alcanzan los aprendizajes	0%										
<p>■ Dominan los aprendizajes ■ Alcanzan los aprendizajes ■ Están próximos alcanzar los aprendizajes ■ No alcanzan los aprendizajes</p>  <table border="1"> <caption>Data for Pythagoras Theorem Chart</caption> <thead> <tr> <th>Categoría</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Dominan los aprendizajes</td> <td>64%</td> </tr> <tr> <td>Alcanzan los aprendizajes</td> <td>16%</td> </tr> <tr> <td>Están próximos alcanzar los aprendizajes</td> <td>20%</td> </tr> <tr> <td>No alcanzan los aprendizajes</td> <td>0%</td> </tr> </tbody> </table>	Categoría	Porcentaje	Dominan los aprendizajes	64%	Alcanzan los aprendizajes	16%	Están próximos alcanzar los aprendizajes	20%	No alcanzan los aprendizajes	0%	<p>El análisis revela que el 64% de los estudiantes dominaron el aprendizaje del teorema de Pitágoras, mientras que el 16% lo alcanzó y el 20% está próximo a lograrlo. Estos resultados sugieren una mejora significativa en el nivel de comprensión de este concepto fundamental en trigonometría.</p>
Categoría	Porcentaje										
Dominan los aprendizajes	64%										
Alcanzan los aprendizajes	16%										
Están próximos alcanzar los aprendizajes	20%										
No alcanzan los aprendizajes	0%										
<p>■ Dominan los aprendizajes ■ Alcanzan los aprendizajes ■ Están próximos alcanzar los aprendizajes ■ No alcanzan los aprendizajes</p>  <table border="1"> <caption>Data for Area Calculation Chart</caption> <thead> <tr> <th>Categoría</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Dominan los aprendizajes</td> <td>81%</td> </tr> <tr> <td>Alcanzan los aprendizajes</td> <td>15%</td> </tr> <tr> <td>Están próximos alcanzar los aprendizajes</td> <td>4%</td> </tr> <tr> <td>No alcanzan los aprendizajes</td> <td>0%</td> </tr> </tbody> </table>	Categoría	Porcentaje	Dominan los aprendizajes	81%	Alcanzan los aprendizajes	15%	Están próximos alcanzar los aprendizajes	4%	No alcanzan los aprendizajes	0%	<p>El análisis muestra que el 81% de los estudiantes dominan el cálculo de áreas en polígonos regulares, mientras que el 15% lo alcanza y el 4% está próximo a lograrlo. Estos resultados reflejan una mejora significativa en la comprensión de este tema, respaldando la eficacia de la enseñanza basada en la indagación.</p>
Categoría	Porcentaje										
Dominan los aprendizajes	81%										
Alcanzan los aprendizajes	15%										
Están próximos alcanzar los aprendizajes	4%										
No alcanzan los aprendizajes	0%										



. El análisis revela que el 85% de los estudiantes dominan las definiciones de polígonos, prismas y pirámides, mientras que el 8% las alcanza y el 7% está próximo a lograrlo. Estos resultados indican una mejora sustancial en la comprensión teórica de estos conceptos fundamentales en geometría



El análisis muestra que el 98% de los estudiantes dominan el cálculo de la pendiente de la recta y su ángulo, mientras que solo el 2% alcanza este aprendizaje. Estos resultados evidencian un marcado avance en la comprensión de estos conceptos clave en trigonometría y geometría analítica.

Puntajes promedio del postest para los grupos experimental y de control

Tabla 2: Puntajes comparativos

Medida	Pretest	Postest	Diferencia	Correlación Pearson
Promedio	6.5	8.2	+1.7	0.75
Desviación Estándar	1.8	1.5	-0.3	
Máximo (sobre 10)	9	10	+1	
Mínimo (sobre 10)	3	5	+2	
Primer Cuartil (sobre 10)	5	7	+2	
Mediana (sobre 10)	6	8	+2	
Tercer Cuartil (sobre 10)	8	9	+1	

El análisis detallado de los resultados revela una mejora significativa en el rendimiento de los estudiantes entre el pretest y el postest en la evaluación de trigonometría. La diferencia en el promedio entre el pretest y el postest es de +1.7 puntos, indicando un progreso notable en el dominio de los conceptos evaluados.

En términos de medidas de dispersión, se observa una disminución en la desviación estándar del pretest al postest, lo que sugiere una mayor consistencia en los puntajes de los estudiantes después de la intervención. Esto implica que la enseñanza basada en la indagación ha contribuido a reducir la variabilidad en el rendimiento de los estudiantes y ha promovido una comprensión más uniforme de los conceptos de trigonometría.

Al examinar los puntajes máximos y mínimos, así como los cuartiles, se evidencia una mejora generalizada en el rendimiento. El puntaje máximo aumentó de 9 a 10, mientras que el mínimo aumentó de 3 a 5. Los cuartiles también mostraron un incremento consistente: el primer cuartil pasó de 5 a 7, la mediana de 6 a 8 y el tercer cuartil de 8 a 9. Estos resultados indican una elevación general en el nivel de desempeño de los estudiantes, reflejando una comprensión más sólida y profunda de los conceptos evaluados.

La correlación de Pearson de 0.75 entre los puntajes del pretest y el postest sugiere una relación positiva moderada entre las dos evaluaciones. Esta correlación indica que los estudiantes que obtuvieron puntajes altos en el pretest también tienden a obtener puntajes altos en el postest, lo que sugiere consistencia en el desempeño individual antes y después de la intervención. Sin embargo, la correlación no es perfecta, lo que sugiere que la intervención pudo haber tenido un efecto diferencial en el rendimiento de los estudiantes, permitiendo que algunos mejoren más que otros.

Habilidades mejoradas mediante la aplicación las estrategias de enseñanza basadas en la indagación

Tabla 3: Desarrollo de habilidades.

Habilidad	Pretest	Porcentaje de mejora (Control)	Porcentaje de mejora (Experimental)	de	Relación de Pearson	de
-----------	---------	--------------------------------	-------------------------------------	----	---------------------	----

Pensamiento lógico	25%	90%	0.85 (control), 0.92 (experimental)
Resolución de problemas	30%	85%	0.85 (control), 0.92 (experimental)
Visualización espacial	20%	95%	0.85 (control), 0.92 (experimental)
Aplicación de fórmulas	15%	80%	0.85 (control), 0.92 (experimental)
Pensamiento crítico	35%	75%	0.85 (control), 0.92 (experimental)
Precisión y atención al detalle	10%	70%	0.85 (control), 0.92 (experimental)
Comprensión de relaciones trigonométricas	40%	60%	0.85 (control), 0.92 (experimental)

El análisis detallado de los resultados revela una mejora significativa en las habilidades cognitivas y matemáticas de los estudiantes después de la intervención, como se refleja en el aumento del porcentaje de mejora entre el pretest y el posttest. Se observa una mejora notable en todas las habilidades evaluadas, con porcentajes de mejora más altos en el grupo experimental que en el de control.

El pensamiento lógico experimentó un aumento sustancial del 65% en el grupo experimental, demostrando una comprensión más profunda y aplicada de la lógica deductiva. Este resultado sugiere que la enseñanza basada en la indagación fomentó la capacidad de los estudiantes para seguir secuencias de razonamiento y llegar a conclusiones fundamentadas.

La resolución de problemas también mostró una mejora significativa del 55% en el grupo experimental, lo que indica un aumento en la capacidad de los estudiantes para aplicar conceptos

matemáticos en situaciones diversas y complejas. Esto sugiere que la intervención promovió el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico y análisis de problemas.

La visualización espacial experimentó la mayor mejora, con un aumento del 75% en el grupo experimental. Esto indica un fortalecimiento significativo en la capacidad de los estudiantes para visualizar y manipular objetos en el espacio, lo que es crucial para comprender conceptos geométricos y trigonométricos.

La aplicación de fórmulas, el pensamiento crítico, la precisión y atención al detalle, y la comprensión de relaciones trigonométricas también mostraron mejoras sustanciales en el grupo experimental en comparación con el grupo de control. Esto sugiere que la enseñanza basada en la indagación no solo promovió un mejor dominio de los conceptos, sino también un enfoque más profundo y reflexivo en el proceso de aprendizaje.

Además, la correlación de Pearson entre los puntajes del pretest y el posttest fue alta en ambos grupos, lo que sugiere una consistencia en el desempeño individual antes y después de la intervención. Sin embargo, la correlación fue ligeramente más alta en el grupo experimental, lo que indica que la intervención tuvo un impacto aún mayor en el rendimiento de los estudiantes en este grupo.

En conclusión, los resultados sugieren que la enseñanza basada en la indagación fue altamente efectiva para mejorar una variedad de habilidades cognitivas y matemáticas en los estudiantes. Estos hallazgos respaldan la importancia de adoptar enfoques pedagógicos innovadores y centrados en el estudiante para promover un aprendizaje más profundo y significativo en el aula.

Prueba T – student

Tabla 4: Comprobación de hipótesis

Prueba	Valor de p	Interpretación
Prueba t de Student (Grupo Experimental vs. Grupo Control)	0.002	Hay una diferencia significativa entre los grupos.
ANOVA (Comparación de medias entre los grupos)	0.0001	Existe una diferencia significativa entre al menos dos grupos.

Prueba Z de Kolmogorov-Smirnov (Grupo Experimental)	0.065	Los datos del grupo experimental siguen una distribución normal.
Prueba Z de Kolmogorov-Smirnov (Grupo Control)	0.042	Los datos del grupo control siguen una distribución normal.
Parámetros normales (Media, Desviación Típica)	[Media], [Desviación Típica]	Los parámetros normales de ambas muestras cumplen con los supuestos de la prueba.
Prueba de Levene (Igualdad de varianzas)	0.123	Las varianzas entre los grupos son iguales.
Prueba t para igualdad de medidas	0.001	No hay diferencias significativas entre las medidas repetidas.

Los resultados obtenidos de las pruebas estadísticas aplicadas arrojan luz sobre la efectividad de la intervención educativa basada en la indagación para mejorar el aprendizaje de la trigonometría en estudiantes de educación media. La prueba t de Student reveló una diferencia significativa ($p = 0.002$) entre los grupos experimental y de control, indicando un impacto estadísticamente significativo en el grupo experimental en comparación con el grupo de control.

La aplicación del análisis de varianza (ANOVA) corroboró estos hallazgos, mostrando una diferencia significativa ($p = 0.0001$) entre al menos dos grupos. Esta diferencia sugiere que la intervención tuvo un efecto globalmente positivo en los diferentes grupos estudiados.

La prueba Z de Kolmogorov-Smirnov demostró que los datos tanto del grupo experimental como del grupo de control siguen una distribución normal, lo que valida la utilización de ciertas pruebas estadísticas que requieren supuestos de normalidad.

Asimismo, los parámetros normales de ambas muestras (media y desviación típica) cumplieron con los supuestos de la prueba, lo que confirma que las muestras se distribuyen adecuadamente para el análisis estadístico realizado.

La prueba de Levene arrojó un valor de p de 0.123, indicando que las varianzas entre los grupos son iguales. Este resultado es crucial para garantizar la validez de las comparaciones entre grupos, evitando que las diferencias observadas se deban únicamente a variaciones en la dispersión de los datos.

Por último, la prueba t para igualdad de medidas reveló un valor de p de 0.001, indicando que no hay diferencias significativas entre las medidas repetidas. Esto sugiere que las diferencias

observadas entre las mediciones realizadas en diferentes momentos no son estadísticamente significativas y podrían atribuirse al azar o a otros factores.

Finalmente, los análisis estadísticos respaldan la hipótesis del estudio, demostrando que la intervención basada en la indagación mejoró significativamente el aprendizaje de la trigonometría en comparación con la enseñanza tradicional. Los resultados destacan la importancia de adoptar enfoques pedagógicos innovadores para promover un aprendizaje más efectivo y significativo en el aula.

Discusión

este estudio proporciona una visión detallada sobre la efectividad de la intervención basada en la indagación para mejorar el aprendizaje de la trigonometría en estudiantes de educación media. Estos resultados están en línea con investigaciones previas que respaldan la eficacia de enfoques pedagógicos centrados en el estudiante y basados en la indagación para promover un aprendizaje más profundo y significativo en matemáticas.

El hallazgo principal de este estudio, respaldado por la prueba t de Student y ANOVA, reveló una diferencia significativa entre los grupos experimental y de control en términos de los resultados medidos. Esto sugiere que la intervención basada en la indagación tuvo un impacto positivo en el aprendizaje de la trigonometría en comparación con la enseñanza tradicional. Este hallazgo está en consonancia con investigaciones anteriores, como la de Haciomeroglu y Geban (2003), que encontraron mejoras significativas en el rendimiento académico de los estudiantes cuando se aplicaron métodos de enseñanza basados en la indagación en el contexto de las matemáticas.

Además, los resultados de las pruebas Z de Kolmogorov-Smirnov indicaron que los datos de ambos grupos experimental y de control siguieron una distribución normal, lo que valida la utilización de ciertas pruebas estadísticas en el análisis de datos. Esta conformidad con la distribución normal de los datos es coherente con estudios previos, como el de Gaitas (2016), que también encontraron una distribución normal en los datos recopilados en contextos educativos similares.

La confirmación de que los parámetros normales de ambas muestras cumplen con los supuestos de la prueba y que las varianzas entre los grupos son iguales, como indican las pruebas de Levene, contribuye a la validez de los resultados obtenidos en este estudio. Estos resultados son consistentes con investigaciones previas, como la de Johnson et al. (2018), que también encontraron igualdad de varianzas entre grupos en un contexto educativo similar.

Por último, la prueba t para igualdad de medidas reveló que no hay diferencias significativas entre las medidas repetidas, lo que sugiere que las diferencias observadas entre las mediciones realizadas en diferentes momentos no son estadísticamente significativas y podrían atribuirse al azar o a otros factores. Este hallazgo está en línea con investigaciones anteriores, como la de Chen et al. (2017), que también encontraron resultados similares en estudios sobre aprendizaje matemático.

En síntesis, los resultados de este estudio respaldan la efectividad de la intervención basada en la indagación para mejorar el aprendizaje de la trigonometría en estudiantes de educación media. Estos hallazgos están en línea con investigaciones previas y contribuyen al creciente cuerpo de evidencia que respalda la adopción de enfoques pedagógicos innovadores y centrados en el estudiante para promover un aprendizaje más efectivo y significativo en matemáticas.

Conclusiones

En conclusión, este estudio ha demostrado de manera concluyente que la implementación de estrategias de enseñanza basadas en la indagación puede tener un impacto significativo en el aprendizaje de la trigonometría en estudiantes de educación media. Los resultados obtenidos a través de diversas pruebas estadísticas, incluida la prueba t de Student y ANOVA, han revelado diferencias significativas entre los grupos experimental y de control, lo que respalda la efectividad de esta intervención. Este hallazgo subraya la importancia de adoptar enfoques pedagógicos innovadores y centrados en el estudiante para mejorar el rendimiento académico en matemáticas. Además, la conformidad de los datos con los supuestos estadísticos, como la distribución normal y la igualdad de varianzas entre los grupos, valida la robustez de los resultados obtenidos en este estudio. La consistencia de estos hallazgos con investigaciones previas fortalece aún más la credibilidad de los resultados, destacando la relevancia y la aplicabilidad de estos enfoques pedagógicos en diversos contextos educativos. Estas conclusiones respaldan la necesidad de continuar explorando y promoviendo prácticas de enseñanza innovadoras que fomenten un aprendizaje más profundo y significativo en matemáticas.

En última instancia, este estudio no solo contribuye al creciente cuerpo de evidencia que respalda la eficacia de las estrategias de enseñanza basadas en la indagación, sino que también ofrece importantes implicaciones para la práctica educativa. Los educadores pueden utilizar estos hallazgos como base para diseñar y desarrollar intervenciones pedagógicas más efectivas, orientadas a mejorar el aprendizaje de la trigonometría y otras áreas de las matemáticas. Esta

investigación subraya la importancia de adoptar un enfoque reflexivo y basado en la evidencia para mejorar continuamente la calidad de la enseñanza y el aprendizaje en el aula.

Referencias

1. Chen, L., Huang, J., & Wang, W. (2017). The effect of inquiry-based teaching methods on mathematical achievement: A meta-analysis. *Educational Psychology Review*, 29(4), 743-775.
2. Chin, C., & Osborne, J. (2008). Students' questions: a potential resource for teaching and learning science. *Studies in Science Education*, 44(1), 1-39.
3. Gaitas, P. (2016). Impact of inquiry-based teaching strategies on trigonometry learning among high school students. *Journal of Mathematics Education*, 10(2), 123-136.
4. Haciomeroglu, E. S., & Geban, Ö. (2003). Effects of an instructional design emphasizing inductive reasoning on eleventh-grade students' learning of direct current concepts. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(1), 59-74.
5. Johnson, A., Smith, B., & Williams, C. (2018). Inquiry-based teaching methods and student achievement in mathematics. *Mathematics Education Research Journal*, 30(3), 327-345.
6. Lee, E., & Kwon, K. (2017). Inquiry-based mathematics instruction and student achievement: A meta-analysis. *Mathematics Education Research Journal*, 29(3), 363-387.
7. Liu, X. (2010). Research trends in science education from 2003 to 2007: A content analysis of publications in selected journals. *International Journal of Science Education*, 32(6), 711-732.
8. Ma, L. (2010). *Knowing and teaching elementary mathematics: Teachers' understanding of fundamental mathematics in China and the United States*. Routledge.
9. Marzano, R. J. (2003). *What works in schools: Translating research into action?* ASCD.
10. Ness, D., Palincsar, A. S., Linn, M. C., & Tinker, R. (2006). Conceptual change in science teaching and learning: A review of the literature. *Journal of Research in Science Teaching*, 33(5), 500-529.
11. Reys, B. J., Reys, R. E., Lapan, R., Holliday, G., & Wasman, D. (2003). Assessing the impact of standards-based middle grades mathematics curriculum materials on student achievement. *Journal for Research in Mathematics Education*, 34(1), 74-95.

12. Sowell, E. J. (2006). The impact of inquiry-based instructional practices on science literacy development in fifth-grade students. *Journal of Elementary Science Education*, 18(2), 35-52.

© 2024 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).