Universidad Nacional de Loja

1859

Desafíos y perspectivas en la enseñanza y el aprendizaje de la Matemática y la Física



Editores:

Jonathan Alberto Machuca Yaguana
Ángel Klever Orellana Malla
Karina Alejandra Ruiz Peralta
Fabiola Elvira León Bravo
Fabricio Vladimir Vinces Vinces
Cristina Isabel Vivanco Ureña
Jorge Vicente Vivanco Román
Iván Agustín Quizhpe Uchuari

Desafíos y perspectivas en la enseñanza y el aprendizaje de la Matemática y la Física

Desafíos y perspectivas en la enseñanza y el aprendizaje de la Matemática y la Física

Jonathan Alberto Machuca Yaguana
Ángel Klever Orellana Malla
Karina Alejandra Ruiz Peralta
Fabiola Elvira León Bravo
Fabricio Vladimir Vinces Vinces
Cristina Isabel Vivanco Ureña
Jorge Vicente Vivanco Román
Iván Agustín Quizhpe Uchuari

UNL

Autoridades:

Nikolay Aguirre, Ph.D
Rector UNL

Elvia Zhapa Amay, Ph.D
Vicerrectora Académica

Max Encalada, Ph.D
Director de Investigación

Título:

Desafíos y perspectivas en la enseñanza y el aprendizaje de la Matemática y la Física

Autores:

Jonathan Alberto Machuca Yaguana
Ángel Klever Orellana Malla
Karina Alejandra Ruiz Peralta
Fabiola Elvira León Bravo
Fabricio Vladimir Vinces Vinces
Cristina Isabel Vivanco Ureña
Jorge Vicente Vivanco Román
Iván Agustín Quizhpe Uchuari

ISBN digital - 978-9942-671-61-5

Editorial Universitaria UNL
Universidad Nacional de Loja
Ciudad Universitaria Guillermo Falconí
comision.editorial@unl.edu.ec
+593 7 2593 550
libros.unl.edu.ec
www.unl.edu.ec
Junio, 2026
Loja, Ecuador

Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento No Comercial-CompartirIgual 4.0

2026 ©Universidad Nacional de Loja
Todos los derechos reservados

Índice General

Colaboradores xi
Prólogo xiii
Prefacio xv
Agradecimientos xix
Acrónimos xxi

Capítulo 1
Desafíos y perspectivas en la enseñanza-aprendizaje de la cinemática en el Bachillerato 23
Resumen 23
Introducción 24
Revisión de literatura 27
Metodología 31
Resultados 35
Discusión 38
Conclusiones 40
Referencias bibliográficas 42

Capítulo 2
Estrategias didácticas para la enseñanza de fenómenos luminosos en Bachillerato General Unificado 47
Resumen 47
Introducción 48
Revisión de literatura 49
Metodología 58
Resultados 62
Discusión 67
Conclusiones 70
Referencias bibliográficas 71

Capítulo 3
La gestión pedagógica: eje fundamental en la enseñanza de Matemáticas y Física en Bachillerato 77
Resumen 77
Introducción 78
Metodología 86
Resultados 88
Discusión 92
Conclusiones 99
Referencias bibliográficas 101

Capítulo 4
El ciclo de aprendizaje ERCA en el proceso de enseñanza-aprendizaje de Matemáticas 106
Resumen 106
Introducción 107
Revisión de literatura 108
Metodología 112
Análisis de datos 114
Resultados 115
Discusión 119
Conclusiones 120
Referencias bibliográficas 122

Capítulo 5
Laboratorio virtual de Matemáticas y rendimiento académico en Educación General Básica Superior. Un estudio de caso 125
Resumen 125
Introducción 126
Revisión de literatura 128
Metodología 137
Resultados 143
Discusión 153
Conclusiones 157
Referencias bibliográficas 158

Capítulo 6

WolframAlpha como herramienta didáctica para apoyar el aprendizaje de Álgebra Lineal 163

Resumen 163

Introducción 164

Revisión de literatura 166

Metodología 168

Resultados 169

Discusión 173

Conclusión 176

Referencias bibliográficas 177

Capítulo 7

Diseño de un prototipo didáctico con Arduino para la enseñanza de operaciones matriciales 182

Resumen 182

Introducción 183

Revisión de literatura 184

Metodología 189

Resultados 190

Discusión 203

Conclusiones 205

Referencias bibliográficas 206

Capítulo 8

Intervención didáctica con Arduino para la enseñanza-aprendizaje de la temperatura y humedad 214

Introducción y revisión de literatura 215

Metodología 220

Resultados 223

Discusión 231

Conclusiones 233

Referencias bibliográficas 236

Colaboradores

Estefany Yareli Rodríguez-Ayala, Universidad Nacional de Loja – Alumni, Loja, Ecuador

Cristian Alexander Arias Ortega, Universidad Nacional de Loja – Alumni, Loja, Ecuador

Maricela Anahi Duta Duta, Universidad Nacional de Loja – Alumni, Loja, Ecuador

Brigith Magdalena Jiménez Tillaguango, Universidad Nacional de Loja – Alumni, Loja, Ecuador

Elsa Ximena Chalán Gualán, Universidad Nacional de Loja – Alumni, Loja, Ecuador

Yessenia del Carmen Medina Puga, Universidad Nacional de Loja – Alumni, Loja, Ecuador

Daniela Carolina Albito Carrión, Universidad Nacional de Loja – Alumni, Loja, Ecuador

Prólogo

La enseñanza de la Matemática y la Física enfrenta hoy desafíos que no pueden abordarse únicamente desde la intuición pedagógica: requieren evidencia, reflexión sistemática y propuestas sostenibles. Este volumen representa un esfuerzo valioso por articular diagnóstico y mejora, combinando análisis conceptual con innovación metodológica y tecnológica. Su estructura, que transita de los obstáculos más frecuentes en el aula hacia estrategias concretas de intervención, ofrece al lector una guía clara y fundamentada para transformar la práctica docente.

Como investigador y formador comprometido con la calidad educativa, reconozco la claridad, el equilibrio y la profundidad con que se abordan los temas aquí tratados. Este libro no solo documenta problemas; propone soluciones contextualizadas y evaluables.

Rita Milagros Jaimez Esteves

Prefacio

Enseñar Matemática y Física exige, de manera constante, un sólido dominio disciplinar y pedagógico, sustentado en claridad conceptual y evidencia empírica para enfrentar dos desafíos complementarios: reconocer con precisión las dificultades que persisten en el aula y diseñar estrategias capaces de superarlas. Este libro nace de esa doble necesidad. Por un lado, organiza y explica los nudos conceptuales que suelen obstaculizar el aprendizaje; por otro, presenta rutas metodológicas y recursos tecnológicos los cuales, aplicados con criterio didáctico y una evaluación claramente definida, pueden fortalecer y transformar la práctica docente.

El objetivo general de esta obra es analizar desafíos, perspectivas y propuestas didácticas vinculadas con la enseñanza-aprendizaje de la Matemática y la Física, a partir de estudios contextualizados que integran diagnóstico educativo, reflexión pedagógica, uso de tecnologías y diseño de estrategias orientadas al fortalecimiento de los aprendizajes.

La justificación científica del libro se fundamenta en la necesidad de articular evidencia empírica, conocimiento didáctico disciplinar y propuestas aplicadas para responder a problemas persistentes en la enseñanza de las ciencias experimentales. En particular, la enseñanza de la Matemática y la Física demanda investigaciones que permitan comprender las dificultades conceptuales, procedimentales y pedagógicas que enfrentan los estudiantes, así como valorar recursos y metodologías que favorezcan una comprensión más profunda y contextualizada.

La estructura del volumen responde a una lógica que inicia con los desafíos y diagnósticos que evidencian dificultades de aprendizaje y culmina con las perspectivas, metodologías y herramientas que

habilitan mejoras concretas en el aula. En los primeros capítulos, el lector encontrará evidencias sobre los obstáculos más frecuentes en *cinemática*. Estos hallazgos, contrastados entre estudiantes y docentes, no solo describen problemas de comprensión; invitan a replantear la enseñanza de la física con énfasis en actividades prácticas y experiencias empíricas.

El segundo capítulo amplía el enfoque hacia los *fenómenos luminosos*, revisando estrategias didácticas actualmente en uso y argumentando a favor de una mayor centralidad de la indagación y la experimentación. Ambos capítulos configuran una radiografía de lo que ocurre en aulas del Bachillerato General Unificado (BGU), y constituyen el punto de partida para transitar hacia propuestas de mejora.

En el capítulo siguiente, se presenta un marco de gestión pedagógica que trasciende la clase individual. Luego, se profundiza en el modelo ERCA (Experiencia, Reflexión, Conceptualización y Aplicación), concebido como una ruta metodológica que equilibra acción y comprensión, y ofrece criterios prácticos para diseñar actividades que articulen saberes, habilidades y actitudes.

Sobre esta base, se avanza hacia el análisis de recursos y tecnologías aplicadas. Un capítulo examina la implementación de laboratorios virtuales en Matemática, destacando su potencial para visualizar procesos, modular la dificultad y fomentar la autonomía. Otro sintetiza la evidencia disponible sobre el uso de WolframAlpha en Álgebra Lineal, diferenciando el apoyo procedimental de los efectos en la comprensión profunda, y señalando líneas de investigación pendientes como la transferencia y la retención. El bloque tecnológico se completa con dos contribuciones centradas en Arduino: el diseño de un prototipo didáctico para operaciones matriciales y una intervención en Termodinámica.

En ambos casos, se subraya la necesidad de vincular los recursos con propósitos de aprendizaje explícitos.

En conjunto, los ocho capítulos configuran un arco argumental que va desde el diagnóstico hasta una propuesta aplicada. El volumen está dirigido a docentes de Matemática y Física, equipos directivos, formadores de profesorado y estudiantes de carreras pedagógicas que buscan referentes claros para diseñar, implementar y evaluar estrategias en contextos prácticos y contextualizados.

Conscientes de que no existe una solución única, los autores sostienen una premisa compartida: la mejora educativa es acumulativa. Pequeños avances como una tarea mejor alineada, una rúbrica más precisa, un experimento más significativo, o un uso más reflexivo de herramientas digitales, sostenidos en el tiempo, pueden generar grandes transformaciones.

Se invita al lector a recorrer el texto en el orden propuesto o a ingresar por los capítulos que respondan mejor a sus necesidades. En cualquier trayecto, encontrará rigor académico con sentido didáctico.

Que estas páginas contribuyan a formular nuevas preguntas, ajustar decisiones pedagógicas y, sobre todo, a lograr que más estudiantes comprendan con mayor profundidad la Matemática y la Física.

Jonathan Alberto Machuca Yaguana

Agradecimientos

Los autores expresan su sincero agradecimiento a las autoridades, docentes y estudiantes de las instituciones educativas participantes en los diversos estudios, por abrir sus aulas y tiempos a los procesos de observación e intervención pedagógica. Agradecemos a la Comisión Editorial de la Universidad Nacional de Loja (UNL) por el respaldo logístico brindado en la presentación de esta obra. Finalmente, a todas las personas que colaboraron en la validación de instrumentos, pilotajes y revisiones, nuestro agradecimiento por su compromiso con una educación científica de mayor calidad y equidad.

Acrónimos

ABP	Aprendizaje Basado en Problemas
BGU	Bachillerato General Unificado
DC	Corriente Directa
ERCA	Experiencia, Reflexión, Conceptualización y Aplicación
ERCE	Estudio Regional Comparativo y Explicativo
FCI	Inventory Conceptual Force
FMCE	Force and Motion Conceptual Evaluation
IDE	Entorno de Desarrollo Integrado
INEVAL	Instituto Nacional de Evaluación Educativa
IPEE	Identificación, planteamiento, ejecución y evaluación
LOEI	Ley Orgánica de Educación Intercultural
MINEDUC	Ministerio de Educación del Ecuador
MIT	Massachusetts Institute of Technology
MRU	Movimiento Rectilíneo Uniforme
MRUA	Movimiento Rectilíneo Uniformemente Acelerado
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos
PDF	Portable Document Format
PISA	Programa para la Evaluación Internacional de Estudiantes
PISA-D	PISA para el Desarrollo
PLN	Procesamiento del Lenguage Natural
STEM	Science, Technology, Engineering & Mathematics
TIC	Tecnologías de la Información y la Comunicación
TPACK	Technology, Pedagogy and Content Knowledge o Tecnología, Pedagogía y Conocimiento del Contenido
TUG-G	Test of Understanding Graphs in Kinematics
UNESCO	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura
USB	Universal Serial Bus

Capítulo 1

Desafíos y perspectivas en la enseñanza-aprendizaje de la cinemática en el Bachillerato

Jonathan Alberto Machuca-Yaguana
Universidad Nacional de Loja, Facultad de la Educación, el Arte y la Comunicación, Loja, Ecuador
jonathan.machuca@unl.edu.ec

Estefany Yareli Rodríguez-Ayala
Universidad Nacional de Loja – Alumni, Loja, Ecuador
estefany.rodriguez@unl.edu.ec

Resumen

Los desafíos en la enseñanza-aprendizaje de la Física, en general, se vinculan con concepciones alternativas erróneas. El objetivo de la investigación fue determinar los principales desafíos y perspectivas en la enseñanza-aprendizaje de la cinemática, desde el punto de vista de docentes y estudiantes en el bachillerato. Para ello, se desarrolló un estudio cuantitativo, descriptivo, no experimental y de corte transversal. Participaron 95 estudiantes y 5 docentes de Física, seleccionados por conveniencia. Se aplicó un cuestionario ad-hoc estructurado en tres dimensiones: comprensión conceptual, resolución de problemas y aspectos pedagógicos. Los resultados muestran que los conceptos que generan mayor dificultad son el movimiento rectilíneo uniformemente acelerado, el movimiento rectilíneo uniforme, la aceleración y la velocidad. En cuanto a la resolución de problemas, las dificultades se presentan en las cuatro fases de la estrategia IPEE: identificación,

planteamiento, ejecución y evaluación. Los hallazgos respaldan la necesidad de fortalecer la recapitulación de contenidos antes de iniciar una clase nueva, las prácticas experimentales, las actividades autónomas, la participación en clase y la resolución contextualizada de problemas.

Palabras clave: Enseñanza de la física, resolución de problemas, enseñanza de las ciencias, dificultad en el aprendizaje.

Introducción

La educación constituye una herramienta fundamental para la integración social, la construcción de conocimientos y el desarrollo de competencias en las personas (Zucco y Tuñón, 2024). Su aporte se expresa en la formación de sujetos cualificados, críticos y autónomos, capaces de comprender su entorno y proponer alternativas de solución a los problemas que enfrentan. En este marco, la enseñanza de la Física adquiere especial relevancia, debido a su naturaleza teórico-práctica y a su contribución a la comprensión de fenómenos cotidianos mediante conceptos, modelos, procedimientos matemáticos y actividades experimentales.

La Física, como parte de las ciencias naturales y, específicamente, de las *ciencias físicas* junto con la Química, la Astronomía y la Geología, se ocupa del estudio de fenómenos relacionados con el movimiento de los cuerpos, las fuerzas, la energía, la materia, el calor, el sonido, la luz y la estructura atómica (Hewitt, 2022). No obstante, su valor formativo no se limita a la acumulación de hechos o principios, sino que también involucra el proceso mediante el cual se construyen explicaciones generales sobre el comportamiento del universo físico (Young y

Freedman, 2018). Por ello, su enseñanza-aprendizaje exige articular la comprensión conceptual, el razonamiento matemático, la resolución de problemas y la experimentación.

La Física también se reconoce como una ciencia básica, porque establece bases para la comprensión de la *ciencia* en su forma más general, referida al conjunto de conocimientos generados por las ciencias físicas y las *ciencias de la vida* (Biología, Zoología y Botánica).

La organización de los contenidos de Física varía según los objetivos formativos y el nivel académico. En el currículo ecuatoriano de Bachillerato, la asignatura se distribuye en seis bloques: "1) Movimiento y fuerza; 2) Energía, conservación y transferencia; 3) Ondas y radiación electromagnética; 4) La Tierra y el universo; 5) La física de hoy; y, 6) La física en acción" (Ministerio de Educación del Ecuador [MinEduc], 2019, p. 236). El bloque *Movimiento y fuerza* constituye el punto de partida para el estudio formal de la disciplina, al introducir conceptos esenciales como: vectores, sistemas de referencia, trayectorias, desplazamientos, velocidades, aceleraciones, fuerzas, movimientos rectilíneos y circulares.

En este bloque se incluye la cinemática, la cual se encarga de describir el movimiento de los cuerpos sin considerar directamente las causas que lo producen. Su estudio abarca el movimiento rectilíneo, el movimiento con aceleración constante y el movimiento en dos dimensiones, apoyándose en magnitudes escalares y vectoriales, representaciones gráficas, relaciones algebraicas y sistemas de referencia. Estos contenidos constituyen el fundamento teórico necesario para abordar posteriormente la dinámica. No obstante, su enseñanza suele presentar dificultades, debido a que exige que el estudiante relacione conceptos, procedimientos matemáticos y situaciones de la vida cotidiana.

Desde esta perspectiva, la enseñanza-aprendizaje de la Física no puede reducirse a la exposición teórica ni a la resolución mecánica de ejercicios. Según Rovelli (2014), la comprensión de la cinemática exige integrar fundamentos conceptuales y aplicaciones prácticas. En la misma línea, Chinchilla (2017) sostiene que la relación entre teoría y práctica resulta imprescindible para la adquisición de conocimientos, dado que permite desarrollar habilidades vinculadas con el aprender a conocer y el aprender a hacer. De este modo, mientras la teoría ofrece el marco conceptual para explicar los fenómenos, la experimentación permite observarlos, contrastarlos y validarlos. Esta orientación coincide con los lineamientos curriculares del MinEduc (2019), que destacan la importancia de la observación, la experimentación, la interpretación, el análisis de resultados y la comunicación en la enseñanza-aprendizaje de esta ciencia.

Asimismo, Sáez (2018), con base en el planteamiento de Kolb, señala que las experiencias concretas o abstractas se transforman en conocimiento cuando el estudiante reflexiona y experimenta. En consecuencia, el aprendizaje significativo de la Física requiere articular procesos de teorización, experimentación, acción y reflexión. Esta articulación resulta especialmente importante en la cinemática, donde las dificultades pueden manifestarse tanto en la comprensión de conceptos como en la representación matemática de los fenómenos y en la aplicación de procedimientos para resolver problemas.

En el nivel de Bachillerato, la resolución de problemas suele implicar la traducción de situaciones físicas a expresiones matemáticas, con el propósito de estimar magnitudes como posición, desplazamiento, velocidad, aceleración y tiempo. No obstante, este proceso puede verse limitado por concepciones erróneas, inconsistencias en el uso de fórmulas, dificultades en la interpretación de gráficas, confusión entre

magnitudes físicas y escasa vinculación entre teoría, práctica y contexto. Por ello, analizar la enseñanza-aprendizaje de la cinemática desde la perspectiva de docentes y estudiantes permite identificar no solo los contenidos que generan mayor dificultad, sino también los aspectos procedimentales y pedagógicos que inciden en su comprensión.

A este escenario se suman condiciones estructurales del sistema educativo ecuatoriano. López y Uquillas (2025) advierten que la calidad educativa en el país se ve afectada por la distribución inequitativa de recursos, lo cual profundiza las brechas entre zonas urbanas y rurales, especialmente en infraestructura, acceso a tecnología, formación docente y disponibilidad de materiales didácticos. Si bien estos factores responden en gran medida a políticas públicas fuera del control de docentes y directivos, resulta necesario examinar aquellos aspectos que sí pueden ser abordados desde la práctica pedagógica en el aula.

En este contexto, la presente investigación tiene como objetivo determinar los principales desafíos y perspectivas en la enseñanza-aprendizaje de la cinemática en el nivel de Bachillerato, desde el punto de vista de docentes y estudiantes. Para orientar el estudio se plantearon tres interrogantes: ¿cuáles son los conceptos de cinemática que generan mayor dificultad en los estudiantes?, ¿qué elementos procedimentales dificultan la resolución de problemas de cinemática? y ¿qué aspectos pedagógicos pueden considerarse para solventar dichas dificultades?

Revisión de literatura

Desafíos en la enseñanza-aprendizaje de la Física

Los desafíos o dificultades en la enseñanza-aprendizaje de la Física no asociadas a la discapacidad suelen vincularse con *concepciones alternativas erróneas*, *conflictos cognitivos* y *nudos epistémicos* que

interfieren en la comprensión de los conocimientos científicos. En el caso de la cinemática, estas dificultades se expresan en la interpretación de magnitudes como velocidad y aceleración, en la interpretación de representaciones gráficas y en la traducción de situaciones físicas a modelos matemáticos.

Un nudo epistémico hace referencia a un conjunto de creencias o proposiciones que se interconectan y consideran como verdaderas. Su persistencia las hace muy estables y por lo tanto son difíciles de cambiar aún en presencia de un conflicto cognitivo (Fraga y Orsi, 2012).

Un conflicto cognitivo, enmarcado en la teoría de la equilibración de Piaget, se concibe como una perturbación en el equilibrio entre el sujeto y el objeto del conocimiento (Roselli et al., 2022). Esta disonancia emerge cuando los esquemas de asimilación del sujeto no logran dar cuenta de los datos empíricos observables, generando una tensión que exige reorganización cognitiva. Según Coll (1991), dicho conflicto se manifiesta tanto por la incompatibilidad entre lo que el sujeto espera y lo que realmente observa, como por las contradicciones internas entre sus propios esquemas mentales.

Las concepciones alternativas o *teorías personales implícitas* se crean a partir de experiencias cotidianas sin haberlas validado científicamente y se utilizan por los no expertos para interpretar y explicar lo que sucede alrededor (Fraga y Orsi, 2012). Además, dichas ideas personales influyen sobre la manera en la que se adquiere nueva información ya que, en el proceso de aprendizaje, la asimilación depende tanto de la nueva información como de la estructura cognitiva previa del estudiante, en la que se integra la nueva información con las ideas iniciales. Por tanto, el conflicto cognitivo no debe ser visto como un obstáculo, sino como un elemento esencial del aprendizaje, pues impulsa al sujeto a revisar,

ajustar y transformar sus estructuras de pensamiento para alcanzar un nuevo estado de equilibrio más complejo y adaptativo.

Un desafío frecuente en el estudio del movimiento es la *comprensión conceptual*, por ejemplo, los conceptos de velocidad y aceleración, pues, aunque son magnitudes vectoriales, no tienen las mismas unidades de medida ni miden lo mismo. La velocidad (v) es el cociente entre el desplazamiento de una partícula u objeto y el tiempo empleado y la aceleración (a) es la tasa de cambio de la velocidad (promedio o instantánea). Esta última definición no es intuitiva y se tiende a memorizar. Además, el signo (positivo o negativo) de la aceleración se suele asociar con el sentido del movimiento en lugar del cambio de velocidad. Otra dificultad en cuanto a lo conceptual radica en diferenciar la velocidad como magnitud vectorial y la rapidez como magnitud escalar.

También, existen dificultades en lo que se denomina *traducción conceptual-matemática y resolución de problemas*. Esto consiste en pasar del enunciado a ecuaciones, identificar condiciones iniciales, verificar consistencia dimensional y seleccionar modelos apropiados como: Movimiento Rectilíneo Uniforme (MRU), Movimiento Rectilíneo Uniformemente Acelerado (MRUA), movimiento en dos dimensiones y otros. Estas dificultades se alinean con las reportadas por Bolaños y Giraldo (2016), quienes indican que las representaciones e interpretaciones de los movimientos también suponen un desafío para los estudiantes.

Relación teoría y experimento en Física

Desde el siglo pasado se señalaba que la enseñanza de la Física ha de ser activa, ya que los estudiantes se muestran más flexibles para adquirir o receptar un conocimiento cuando se implican varios procesos como

la observación, el análisis, la manipulación, y no solo con una pizarra llena de conceptos y fórmulas (Onofre, 1990).

Según Jara (2005), "el aprendizaje de física debe permitir una visión realista y actual, dinámica, de la disciplina como ciencia no acabada, es decir, siempre en proceso de construcción y verificación" (p. 7). Se busca entonces, que, además del cumplimiento de los objetivos de aprendizaje el estudiante desarrolle la actividad creativa, investigativa e innovadora atendiendo los diferentes estilos de aprendizaje.

Casacuberta y Estany (2019) mencionan que: "la relación entre teoría y experimento ha estado siempre presente en la filosofía de la ciencia, especialmente, en el debate entre tradiciones teóricas y experimentales" (párr. 5). Por tanto, la teoría y la experimentación deben complementarse, ya que no se puede validar una teoría sin antes haberla comprobado o a su vez, un experimento no puede generar teoría directamente sin antes responder los problemas generados por sí mismo.

En el proceso de enseñanza-aprendizaje, nada trasciende sin un compromiso activo de los participantes. Los docentes deben asumir un rol propositivo, riguroso y motivador que promueva condiciones pedagógicas diversas, mientras que los estudiantes deben involucrarse propositivamente, posicionándose como agentes activos de su aprendizaje, cultivando la autodisciplina, el autoaprendizaje y la capacidad de análisis (Rizo, 2020).

Instrumentos de diagnóstico

Los diseños metodológicos para el estudio de estas dificultades o desafíos pueden tomar diferentes enfoques. Por ejemplo, se pueden utilizar entrevistas, análisis de videos, mapas conceptuales, cuestionarios, pruebas, entre otros. A continuación, se describen dos enfoques comunes.

En el trabajo de Arias (2012), referente al aprendizaje de los conceptos de fuerza y energía en estudiantes de ingeniería se aplicó la prueba FCI, por sus siglas en inglés *Force Concept Inventory,* a través de un diseño de pre y postest. El FCI es una prueba diseñada por Hestenes, Wells y Swackhammer (Hestenes et al., 1992) que mide la comprensión de los conceptos básicos de la mecánica newtoniana, la eficacia didáctica del proceso de enseñanza-aprendizaje y permite detectar las preconcepciones. Las preguntas de la prueba están agrupadas en categorías, las cuales abarcan: cinemática, primera ley de Newton, segunda ley de Newton, tercera ley de Newton, principio de superposición y tipos de fuerzas (Álvarez, 2012). Otras pruebas o test de este tipo son el TUG-G (Test of Understanding Graphs in Kinematics) y FMCE (Force and Motion Conceptual Evaluation).

Otro enfoque metodológico corresponde a lo realizado por Llancaqueo (2015) en donde se propone un cuestionario ad-hoc abarcando cuatro dominios: álgebra vectorial, función-movimiento, fuerza-movimiento y energía-movimiento. Cada pregunta contiene cuatro alternativas de respuesta jerarquizadas en cuatro niveles de comprensión.

Los enfoques basados en cuestionarios ad-hoc presentan la ventaja de ser aplicables de forma transversal en momentos específicos del proceso educativo, lo que permite el diseño de metodologías flexibles y adaptables a diversos contextos escolares, incluidos aquellos en los que no es factible implementar intervenciones pedagógicas directas.

Metodología

Para dar cumplimiento al objetivo de investigación, se desarrolló un estudio de enfoque cuantitativo, de tipo descriptivo, con diseño no experimental y de corte transversal. Este diseño permitió caracterizar

el fenómeno analizado sin manipular las variables ni intervenir en las condiciones habituales del contexto educativo.

Población y muestra

La población del estudio estuvo conformada por docentes de Física y estudiantes de segundo año de Bachillerato de un colegio de sostenimiento fiscal, ubicado en la ciudad de Loja, Ecuador, en modalidad presencial y jornada matutina. La muestra se estructuró mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia, condicionado por las posibilidades de acceso institucional y por los paralelos autorizados por el vicerrectorado académico de la institución.

La selección final de los participantes consideró a estudiantes que habían cursado contenidos de cinemática durante el período de estudio y a docentes vinculados con la enseñanza de dichos contenidos. Como criterios de inclusión se establecieron: pertenecer a los grupos autorizados, tener experiencia directa con la unidad de cinemática y aceptar voluntariamente la participación en el estudio mediante consentimiento informado. Se excluyó a quienes no asistieron en la fecha de aplicación de los instrumentos o no autorizaron su participación. En total, se contó con respuestas de 5 docentes y 95 estudiantes.

Debido al tipo de muestreo utilizado y al desarrollo del estudio en una sola institución educativa, los resultados deben interpretarse como válidos para la muestra analizada y no como generalizables al conjunto de estudiantes y docentes de Bachillerato. Sin embargo, los hallazgos aportan evidencia contextual útil para comprender los desafíos asociados a la enseñanza-aprendizaje de la cinemática.

El estudio se desarrolló bajo criterios éticos de confidencialidad, anonimato y voluntariedad. La información recopilada se utilizó exclusivamente con fines investigativos, no evaluativos.

Instrumentos y validación

Se diseñó un cuestionario alineado con el objetivo y las preguntas de investigación. El instrumento estuvo conformado por 29 ítems distribuidos en tres dimensiones: 1) desafíos percibidos en la comprensión conceptual; 2) desafíos percibidos en la resolución de problemas; y 3) aspectos pedagógicos valorados por los estudiantes en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

En la primera dimensión (ítems 1 al 9) se indagaron las temáticas de cinemática que generan la mayor dificultad de comprensión. Para ello se consideraron los siguientes conceptos: aceleración, desplazamiento, MRU, MRUA, movimiento, posición, sistemas de referencia, trayectoria y velocidad.

La segunda dimensión (ítems 10 al 22) abordó las dificultades percibidas en la resolución de problemas. Para su estructuración se tomó como referencia la estrategia IPEE de Young y Freedman (2018), la cual considera cuatro pasos: identificación de conceptos relevantes, planteamiento del problema, ejecución de la solución y evaluación de la respuesta. Cada paso incluye sus respectivos indicadores.

La tercera dimensión (ítems del 23 al 29) se orientó a identificar aspectos pedagógicos vinculados con la práctica docente en el aula, los cuales, en este estudio, se asumen como las perspectivas de mejora. Se incluyeron ítems relacionados con la importancia de recuperar contenidos de la clase anterior, realizar prácticas y demostraciones, desarrollar actividades autónomas, promover la participación en clase, articular teoría y práctica, y resolver problemas como estrategia para consolidar la comprensión conceptual.

Los ítems del cuestionario utilizaron una escala Likert de cuatro niveles:

1 = nada, 2 = poco, 3 = bastante y 4 = mucho. Se optó por una escala par con el propósito de evitar posicionamientos intermedios y favorecer una valoración más definida de los aspectos indagados.

El instrumento fue sometido a revisión mediante juicio de expertos, con la participación de un especialista en Física y dos magísteres en Pedagogía de las Ciencias Experimentales. Los expertos valoraron la pertinencia, claridad y coherencia de los ítems en relación con las dimensiones del estudio. Dado el carácter descriptivo y contextual del estudio, no se realizaron análisis de consistencia interna ni validación factorial. Esta decisión constituye una limitación metodológica, por lo que los resultados deben interpretarse como aproximaciones descriptivas a las percepciones de la muestra estudiada.

Recolección y análisis de datos

La recolección de datos se realizó previa autorización institucional. Para ello, se gestionaron los permisos correspondientes ante las autoridades del establecimiento educativo, donde fue necesario presentar el instrumento en su versión final y el objetivo de la investigación. La institución preparó un cronograma para la recogida de datos, el cual se siguió en su totalidad con el fin de interferir lo menos posible con el desarrollo normal de las clases.

El mismo cuestionario fue aplicado tanto a docentes como a estudiantes en formato físico, mediante la modalidad de papel y lápiz, con la presencia de uno de los investigadores en el aula. Previo a la aplicación formal del cuestionario en los paralelos, se recordó a los participantes el objetivo del estudio en palabras no técnicas y comprensibles, se remarcó la participación libre y voluntaria, se indicó que el instrumento no tenía fines evaluativos y se resolvieron dudas de carácter formal o procedimental, evitando orientar las respuestas en el contenido de los ítems.

Una vez aplicado el instrumento, se procedió con la codificación y organización de los datos. Las respuestas fueron tabuladas mediante conteo simple desde los cuestionarios físicos a una hoja de cálculo en Excel, con lo cual se realizó el análisis estadístico descriptivo correspondiente.

Para el tratamiento y representación de los datos se utilizó el modelo propuesto por Machuca et al., (2023), basado en un índice que permite resumir respuestas provenientes de escalas tipo Likert. Los valores calculados fueron expresados en porcentaje y redondeados a números enteros para facilitar su presentación gráfica. En este índice, valores más cercanos a 100 % representan una mayor intensidad de dificultad percibida o valoración positiva del aspecto pedagógico, según la dimensión analizada.

En coherencia con el diseño descriptivo del estudio, no se realizaron pruebas inferenciales ni se establecieron relaciones causales entre variables.

Resultados

En primer lugar, en la Figura 1.1 se muestran los resultados respecto de los desafíos percibidos en lo referente a la comprensión conceptual, tanto desde la perspectiva de los docentes (color azul) como de los estudiantes (color verde). Se puede apreciar que ambas partes coinciden en que el concepto que mayor dificultad representa es el MRUA (docentes: 55 %; estudiantes: 76 %), le sigue el MRU (55 % vs 69 %), continúa la aceleración (50 % vs 69 %) y la velocidad (35 % vs 67 %). Esto sugiere que la cinemática y, en especial, la comprensión de la noción de cambio (aceleración y MRUA) constituye el núcleo del problema en la parte conceptual.

Por su parte, los temas de movimiento y sistemas de referencia fueron los que menor dificultad generaron, aunque desde el punto de vista de los estudiantes casi la mitad reporta dificultad en sistemas de referencia (47 %), lo cual debe llamar a la reflexión. En todos los conceptos considerados en el cuestionario, los estudiantes declaran más dificultad que lo estimado por los docentes. La brecha es especialmente visible en los conceptos de velocidad (35 % vs 67 %) y MRUA (55 % vs 76 %). Esto evidencia una brecha perceptiva entre docentes y estudiantes respecto de la magnitud de las dificultades conceptuales.

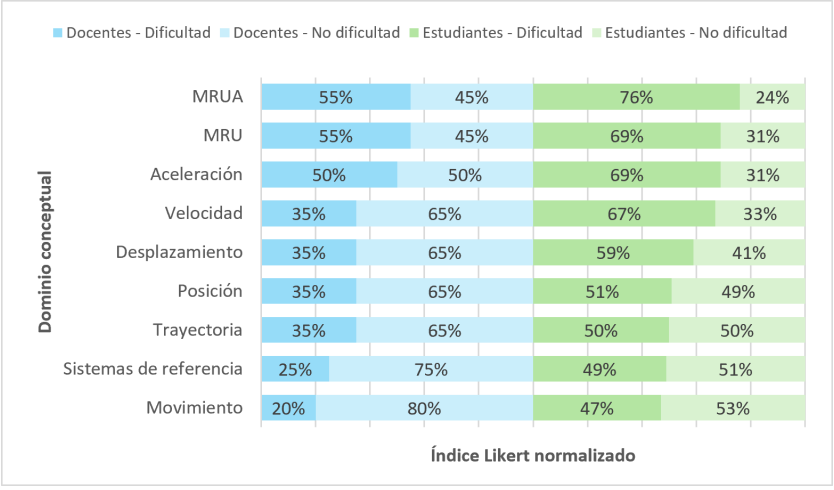


Figura 1.1. Desafíos percibidos en cuanto a la comprensión conceptual – docentes (n = 5) y estudiantes (n = 95).

En la Figura 1.2 se presentan los desafíos percibidos en la dimensión de resolución de problemas de acuerdo con los pasos de la estrategia IPEE de Young y Freedman (2018). En todos los procesos, la proporción de estudiantes que declara dificultad es igual o mayor a la estimada por los docentes, con brechas en aspectos como organización de datos, solicitar retroalimentación y comparación de respuestas entre compañeros, lo que sugiere carencias en estrategias metacognitivas y en prácticas de verificación colaborativa.

Se aprecia una coincidencia sustantiva entre docentes y estudiantes en aspectos como: representación gráfica, planteamiento y despeje de ecuaciones, transformación de unidades y comprobación de órdenes de magnitud. Las barreras en esta dimensión se encuentran en los cuatro pasos de la estrategia analizada, a saber, la principal dificultad en cada paso es: identificar incógnitas, representar gráficamente el problema, transformar unidades de medida y comprender órdenes de magnitud, respectivamente. También son elevados los porcentajes de los indicadores de planteamiento de ecuaciones y el despeje de ecuaciones.

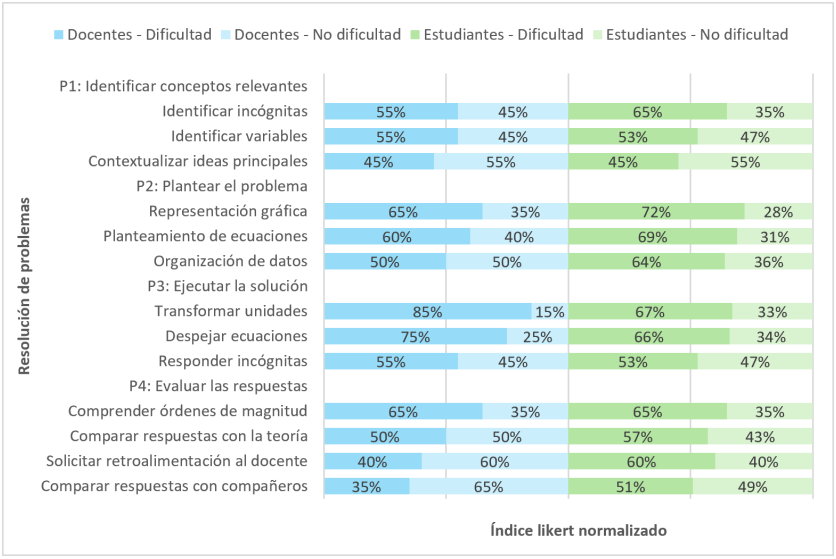


Figura 1.2. Desafíos percibidos en la dimensión de resolución de problemas – docentes (n = 5) y estudiantes (n = 95).

En relación con los aspectos pedagógicos valorados por los estudiantes o perspectivas en la enseñanza de la cinemática (Figura 1.3), se observa una apreciación altamente positiva y homogénea en todos los ítems indagados. Se destacan aspectos como realizar un resumen de la clase anterior (88 %), las prácticas de laboratorio (81 %) y las demostraciones experimentales (80 %), seguidos de actividades autónomas (80 %) y

fomentar la participación en clase (80 %). Asimismo, los estudiantes reconocen la importancia de relacionar la teoría con la práctica (78 %) y de resolver problemas para comprender la teoría (72 %). Esta tendencia sugiere una aceptación generalizada de las estrategias didácticas propuestas, lo que refuerza la pertinencia del uso de estrategias activas que refuercen la recapitulación de contenidos, el uso de prácticas y experiencias empíricas, las actividades autónomas, la participación en clase y la resolución contextualizada de problemas.

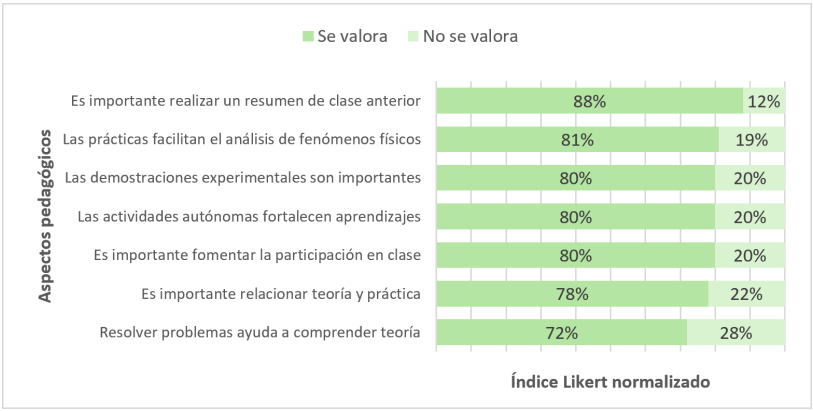


Figura 1.3. Aspectos pedagógicos valorados desde la perspectiva de los estudiantes (n = 95).

Discusión

Los resultados muestran una alta coincidencia entre docentes y estudiantes respecto de los conceptos que generan mayor dificultad; los tres porcentajes más altos corresponden al MRUA, al MRU y a la aceleración. El concepto de velocidad aparece igualmente elevado, pero solo desde la perspectiva de los estudiantes. Además, a pesar de que la jerarquía de temas es similar en ambos grupos, los estudiantes declararon mayor dificultad en todos los temas del cuestionario, esto sugiere una posible subestimación docente, en particular, la comprensión del cambio (aceleración) que es la diferencia sustancial

entre los tipos de movimientos MRUA y MRU, confirmando que el núcleo problemático reside en la conceptualización del movimiento como proceso de variación y no solo como estado.

La literatura explica la persistencia de estos obstáculos por la estabilidad de concepciones alternativas como la confusión entre velocidad y aceleración, interpretación del signo de la aceleración, equiparar velocidad con rapidez y por nudos epistémicos altamente resistentes al cambio (Coll, 1991; Fraga y Orsi, 2012; Roselli et al., 2022). Esta evidencia denota la relevancia de hacer explícitas las conexiones entre conceptos, gráficas y modelos. Para esto, una alternativa sería proponer actividades que incidan sobre el sentido del signo de la aceleración como cambio de velocidad (Beichner, 1994; McDermott et al., 1987).

En la resolución de problemas los obstáculos se sitúan en los cuatro pasos de la estrategia IPEE de Young y Freedman. A saber: Paso 1, identificación de incógnitas y variables; Paso 2, planteamiento de ecuaciones y representación gráfica; Paso 3, transformación de unidades y despeje de ecuaciones y Paso 4, comprender órdenes de magnitud y comparar respuestas con la teoría. Por tanto, docentes y estudiantes convergen en indicar dificultades en todo el proceso de resolución de problemas, lo que podría estar asociado con dificultades metacognitivas y con limitaciones en la gestión de la información del enunciado. La literatura coincide en que el problema no es solo matemático (Mutambo et al., 2018) sino semiótico-conceptual, es decir, pasar del fenómeno teórico a un modelo con variables, ecuaciones y supuestos coherentes (Hestenes et al., 1992; Meltzer, 2002).

El alumnado valora en alto porcentaje que el docente previo a iniciar una nueva clase realice un resumen de la clase anterior, la inclusión de prácticas y demostraciones experimentales, actividades autónomas, participación en clase y ejemplos respecto de la resolución de problemas.

En efecto, cuando faltan experiencias de tipo empírico, el significado de los conceptos queda menos anclado al fenómeno, lo que explica en cierta medida la persistencia de este tipo de dificultades. Los resultados se corresponden con lo reportado por Díaz y Ramírez (2024), quienes concluyen que la educación científica debe considerar el quehacer diario de los estudiantes y su interacción con el entorno, de modo que se pueda establecer de manera directa una conexión entre el conocimiento de la vida, el científico y el científico escolar.

La evidencia internacional (Sokoloff & Thornton, 1997; Konopka et al., 2015) respalda que el aprendizaje activo y basado en indagación guiada produce mayores ganancias en comprensión y retención de conceptos que a través de una clase tradicional, sin embargo, la adopción de metodologías activas aún es baja. Konopka et al., (2015) motivan a reflexionar sobre las prácticas docentes tradicionales y sugieren que las metodologías activas son una opción educativa para la educación secundaria y superior como una forma de satisfacer las necesidades educativas actuales.

Conclusiones

En la muestra estudiada, los conceptos de cinemática que generan los mayores desafíos son: el MRUA, el MRU, la aceleración y la velocidad, siendo este último relevante desde la perspectiva de los estudiantes. Estas dificultades se ven agravadas por la persistencia de concepciones alternativas arraigadas, tales como la confusión entre velocidad y aceleración, la interpretación errónea del signo de la aceleración y la equiparación entre velocidad y rapidez.

En general, los estudiantes reportan mayores dificultades para comprender los conceptos básicos de cinemática que las estimadas por los docentes, lo que sugiere una subestimación por parte del profesorado

respecto de las barreras que realmente enfrentan los estudiantes. Esta brecha refiere la necesidad de una enseñanza que explicite las conexiones entre conceptos, representaciones gráficas y modelos matemáticos.

En cuanto a los desafíos relacionados con la resolución de problemas, se identificaron dificultades en los cuatro pasos de la estrategia IPEE de Young y Freedman, es decir, en la identificación de conceptos relevantes, el planteamiento del problema, la ejecución de la solución y la evaluación de las respuestas. En particular, resultan complicados procedimientos como: identificar incógnitas y variables; representar gráficamente los problemas; plantear ecuaciones; transformar unidades; despejar ecuaciones y comprender órdenes de magnitud. Estos desafíos revelan deficiencias en la metacognición y en la gestión semiótica-conceptual del problema, especialmente en la transición del fenómeno físico a su modelización matemática.

Por último, en la muestra consultada, los aspectos pedagógicos más valorados son la recapitulación de contenidos previos, la realización de prácticas de laboratorio, demostraciones experimentales, el desarrollo de actividades autónomas estructuradas, la participación en clase y el uso de ejemplos contextualizados. La alta valoración de experiencias empíricas sugiere que su incorporación sistemática podría favorecer la apropiación conceptual y contribuir a reducir las dificultades identificadas.

Limitaciones y trabajos futuros

Este estudio presenta algunas limitaciones que deben ser consideradas al interpretar los resultados. En primer lugar, el muestreo se realizó por conveniencia en una única institución educativa, lo que restringe la generalización de los hallazgos a otros contextos escolares. En segundo lugar, la medición se basó en autoinformes de dificultad percibida, tanto

por parte de docentes como de estudiantes. En tercer lugar, aunque el instrumento fue revisado y retroalimentado por expertos, no se realizaron análisis de consistencia interna ni validación factorial, por lo que los resultados deben asumirse como aproximaciones descriptivas. Se recomienda complementar este análisis con indicadores de desempeño en tareas concretas, tales como la interpretación de gráficas, el modelado físico-matemático y la resolución de problemas contextualizados.

Algunas líneas de investigación futuras podrían profundizar en la comprensión de los desafíos asociados a la enseñanza-aprendizaje de la Física mediante el diseño y evaluación de secuencias didácticas basadas en la estructura Experiencia–Modelización–Problema, utilizando laboratorios físicos o simuladores digitales, mediante diseños pre–post, reportando tamaños de efecto y ganancias normalizadas, con el fin de estimar su impacto cuantitativo en la comprensión conceptual.

Asimismo, se podrían realizar análisis por subgrupos y contextos, explorando diferencias según jornada escolar, sexo, edad, acceso a recursos educativos, entre otros. La ampliación del estudio a múltiples instituciones permitiría fortalecer la validez externa de los resultados y generar recomendaciones más representativas.

Referencias bibliográficas

Álvarez, F. (2012). *Los diagramas de fuerza como elemento fundamental en la enseñanza-aprendizaje de las leyes de Newton bajo un enfoque constructivista estudio de caso para IX grado del colegio Gimnasio los Cedros en la ciudad de Medellín* [Documento de trabajo, Universidad Nacional de Colombia]. https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/10640

Arias, J. A. (2012). *Los diagramas de fuerza como elemento fundamental en la enseñanza-aprendizaje de las leyes de Newton bajo un enfoque constructivista: estudio de caso en el curso de física*

mecánica para ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia [Documento de trabajo, Universidad Nacional de Colombia]. https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/9801

Beichner, R. J. (1994). Testing student interpretation of kinematics graphs [Evaluación de la interpretación de los gráficos cinemáticos por parte de los alumnos]. *American Journal of Physics, 62*(8), 750–762. https://doi.org/10.1119/1.17449

Bolaños, E. J., y Giraldo, L. M. (2016). *Dificultades en el aprendizaje de la Segunda Ley de Newton desde una perspectiva histórica—Epistemológica y psicológica* [Trabajo de grado - Pregrado, Universidad del Valle]. https://hdl.handle.net/10893/12968

Casacuberta, D. y Estany, A. (2019). Convergencia entre experimento y teoría en los procesos de invención e innovación. *Theoria. An International Journal for Theory, History and Foundations of Science*, 34(3), 373-387. https://doi.org/10.1387/theoria.17921

Chinchilla Buelvas, F., (2017). Enseñanza de la física orientando la práctica experimental como investigación. *Revista Científica*, (27) Número especial, 181-194. https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/revcie/issue/view/989/376

Coll, C. (1991). *Aprendizaje escolar y construcción del conocimiento*. Paidós. https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=586753

Díaz, O., y Ramírez, C. (2024). La argumentación en la enseñanza de las ciencias, y su papel trasformador en las prácticas educativas. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, *8*(1), 4675-4692. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i1.9807

Fraga, O. y Orsi, X. (2012). *Dificultades en el aprendizaje del concepto de fuerza. Newton-Leibniz* [Archivo PDF]. https://bit.ly/3qlqBxP

Hestenes, D., Wells, M. & Swackhamer, G. (1992). Force concept inventory [Inventario de conceptos de fuerza]. *The Physics Teacher*, 30 (3), 141-158. https://doi.org/10.1119/1.2343497

Hewitt P. (2022). *Conceptual Physics* [Física Conceptual]. Pearson. https://elibrary.pearson.de/book/99.150005/9781292437415

Jara, S., (2005). Investigación en la enseñanza de la física. *Sinéctica*, *Revista Electrónica de Educación*, (27), 3-12. https://sinectica.iteso.mx/index.php/SINECTICA/es/article/view/229

Konopka, C., Adaime, M. & Mosele, P. (2015) Active Teaching and Learning Methodologies: Some Considerations [Metodologías activas de enseñanza y aprendizaje: algunas consideraciones]. *Creative Education*, 6, 1536-1545. http://dx.doi.org/10.4236/ce.2015.614154

Llancaqueo Henríquez, A., Jiménez-Gallardo, C., y Lebrecht Díaz-Pinto, W. (2015). Aprendizaje de los conceptos de fuerza y energía en estudiantes de ingeniería: Un estudio exploratorio. *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias*, *8*(1), 14-23. https://doi.org/10.54343/reiec.v8i1.126

López Naranjo, A. L., y Uquillas Granizo, G. G. (2025). Implicaciones en la calidad educativa y la distribución de recursos en Ecuador, periodo 2020-2024. *Revista De Investigación Educativa Niveles*, *2*(1), 5–16. https://doi.org/10.61347/rien.v2i1.66

Machuca, J., Maldonado, M., Vinces, F. (2023). Tratamiento y representación de datos provenientes de escalas tipo Likert. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(4), 736-747. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i4.6905

McDermott, L. C., Rosenquist, M. L., & van Zee, E. H. (1987). Student difficulties in connecting graphs and physics: Examples from kinematics [Dificultades de los estudiantes para relacionar gráficas y física: ejemplos de cinemática]. *American Journal of Physics*, 55(6), 503-513. https://doi.org/10.1119/1.15104

Meltzer, D. E. (2002). The relationship between mathematics preparation and conceptual learning gain in physics: A possible “hidden variable” in diagnostic pre-test scores [La relación entre la preparación matemática y la ganancia

de aprendizaje conceptual en física: una posible "variable oculta" en las puntuaciones de las pruebas diagnósticas previas]. *American Association of Physics Teachers*, 70 (12), 1259-1268. https://doi.org/10.1119/1.1514215

Ministerio de Educación. (2019). *Currículo de los Niveles de Educación Obligatoria. Nivel Bachillerato Tomo 1*. [Archivo PDF]. Quito, Ecuador. https://n9.cl/idxm9

Mutambo, D., Baliga, G. and Nkhata, L. (2018). Investigating Students' Physico-mathematical Difficulties in Classical Mechanics and Designing an Instructional Model [Investigación de las dificultades físico-matemáticas de los estudiantes en mecánica clásica y diseño de un modelo didáctico]. *American Journal of Educational Research*, 6(8):1127-1136. https://doi.org/10.12691/education-6-8-10

Onofre, A. (1990). Sobre la enseñanza de la Física. *Aula abierta*, 18(55), 37-44. https://reunido.uniovi.es/index.php/AA/issue/view/1017/86

Rizo, M. (2020). Rol del docente y estudiante en la educación virtual. *Revista Multi-Ensayos*, 6(12), 28–37. https://doi.org/10.5377/multiensayos.v6i12.10117

Roselli, N., Castellaro, M., y Peralta, N. S. (2022). La teoría del conflicto sociocognitivo del desarrollo: Una mirada retrospectiva a partir de investigaciones propias. Interdisciplinaria. *Revista de Psicología y Ciencias Afines*, 39(3). https://doi.org/10.16888/interd.2022.39.3.16

Rovelli, C. (2014). *Siete breves lecciones de física*. Editorial Anagrama

Sáez, J. (2018). *Estilos de aprendizaje y métodos de enseñanza*. Editorial UNED. https://n9.cl/ww7vl

Sokoloff, D., & Thornton, R. (1997). Using interactive lecture demonstrations to create an active learning environment [Utilizar demostraciones interactivas en clase para crear un entorno de aprendizaje activo]. *The Physics Teacher, 35*, 340–347. https://doi.org/10.1119/1.2344715

Young, H. y Freedman, R. (2018). *Física Universitaria con Física Moderna*. (14ª ed., Vol. 1). Pearson Educación. https://n9.cl/8702t

Zucco, M. E. y Tuñón, I. (2024). El Valor de la Educación y las Barreras para Alcanzar Logros Educativos. Estudio de Caso en una Comunidad de Adolescentes Vulnerables en la Argentina. *Revista Internacional de Educación para la Justicia Social*, 13(2), 211-226. https://doi.org/10.15366/riejs2024.13.2.012

Capítulo 2

Estrategias didácticas para la enseñanza de fenómenos luminosos en Bachillerato General Unificado

Jorge Vivanco-Román
Universidad Nacional de Loja
jvvivancor@unl.edu.ec

Cristian Alexander Arias Ortega
Universidad Nacional de Loja – Alumni, Loja, Ecuador
ariascristian649@gmail.com

Resumen

Las estrategias didácticas aportan al desarrollo de aprendizajes significativos y sirven como procedimientos correctamente orientados a la consolidación de conocimientos y habilidades. Esta investigación busca analizar las estrategias implementadas en el proceso de enseñanza-aprendizaje de fenómenos luminosos en Bachillerato General Unificado. El enfoque que se siguió fue mixto con predominio cuantitativo y de alcance descriptivo. Para la recolección de información se aplicaron dos técnicas principales: la encuesta, dirigida a los estudiantes, y la entrevista semiestructurada, realizada a docentes; cada una con su instrumento respectivo, el cuestionario y la guía de entrevista. La muestra se constituyó por 58 estudiantes de tercero de bachillerato y 3 docentes de Física de la Unidad Educativa Fiscomisional Daniel Álvarez Burneo. Los resultados determinaron que los docentes utilizan principalmente los resúmenes y las preguntas dirigidas; estas estrategias didácticas facilitan la comprensión de contenidos relacionados con la luz, su

comportamiento y aplicaciones. Por otra parte, los hallazgos destacan la necesidad de reformular las prácticas educativas, incorporando estrategias que promuevan la experimentación e indagación relacionada con el estudio de fenómenos luminosos. En este contexto, se recomienda la implementación de secuencias didácticas basadas en experimentos simples, que permitan relacionar la teoría y la práctica.

Palabras clave: Estrategias didácticas, enseñanza aprendizaje, óptica y fenómenos luminosos.

Introducción

La inclusión de estrategias didácticas para la enseñanza-aprendizaje de fenómenos luminosos en Bachillerato General Unificado tiene como finalidad ofrecer a los docentes una alternativa innovadora para mejorar la comprensión de los contenidos relacionados con el estudio de la luz, fomentando en los estudiantes el desarrollo de habilidades clave como la observación, el análisis y el razonamiento crítico. Al vincular estos aprendizajes con situaciones de la vida cotidiana, se promueve un enfoque educativo significativo y conectado con la realidad del estudiante.

La investigación realizada se centra en determinar las estrategias didácticas implementadas en el proceso de enseñanza-aprendizaje de fenómenos luminosos y así aportar al desarrollo de las actividades áulicas y el manejo de estrategias didácticas, facilitando la comprensión de los contenidos y su vinculación con la vida cotidiana; además de relacionarse con el cumplimiento de los objetivos de aprendizaje basados en el estudio de la Física.

En este sentido, el presente trabajo de investigación aportará significativamente a la comunidad educativa y profesional, brindando nuevos mecanismos que motiven y despierten el interés de los estudiantes

y faciliten la formación de futuras generaciones. A continuación, se enmarcan los referentes teóricos de la investigación.

Revisión de literatura

Proceso de enseñanza-aprendizaje

Es primordial identificar las principales características generales de la enseñanza y el aprendizaje; considerando aspectos formales propios del ámbito académico. Al respecto, Hernández (2020) menciona que la enseñanza tiene como objetivo la transmisión de conocimientos, aptitudes y destrezas, además de guiar y promover la innovación y la formación de las personas en un ambiente adecuado, considerando los diversos aspectos sociales. Es decir, la enseñanza es considerada como el desarrollo de actividades sistemáticas y correctamente orientadas por el docente, con la finalidad de instruir al estudiante en relación con los contenidos fundamentales y con los intereses de la sociedad en concreto.

En complemento, el aprendizaje, según Moreira (2012) se caracteriza por la interacción de conocimientos previos y la adquisición de conocimientos nuevos, aportando significatividad para las personas debido a que se establece una mayor estabilidad cognitiva. Además, mediante el aprendizaje se modifican y se refuerzan las habilidades, conocimientos y conductas, que en conjunto con la experiencia perduran a lo largo del tiempo, siendo el resultado de estímulos intencionales.

De esta manera, se establece la relación existente entre la enseñanza y el aprendizaje, siendo elementos con diferentes particularidades que se interrelacionan para dar forma al proceso didáctico. Macías et al., (2023) mencionan que se trata de una relación de estímulo y respuesta, donde el docente tiene una gran responsabilidad, debido a que es el encargado de planificar y tomar decisiones marcadas por su preparación

y experiencia. Tanto el docente como el estudiante deben cumplir con sus roles, además de mantener una interacción bidireccional, donde el docente se encargue de transmitir los contenidos y el estudiante participe activamente en su formación.

El proceso de enseñanza-aprendizaje se centra en la relación de diferentes lógicas, que según Cruz et al., (2023) son "la lógica científica, pedagógica, didáctica y disciplinar" (p. 638). Es decir, la educación se fundamenta en conocimientos científicos, la aplicación de principios pedagógicos, la labor de saber cómo enseñar y su lógica de estudio está determinada por la naturaleza de su propio contenido; sin estas lógicas no se puede cumplir con las expectativas de aprendizaje, recalcando que un docente no solo debe prepararse en la parte científica y académica.

En lo correspondiente a la enseñanza-aprendizaje de la Física, dentro de las expectativas y los objetivos planteados por el Ministerio de Educación (2016), se busca que el estudiante comprenda los diferentes comportamientos naturales, con la finalidad de que pueda establecer una postura clara y reflexiva de su propio aprendizaje. Por lo tanto, el proceso de enseñanza aprendizaje de la Física debe estar centrado en el alumno, mediante actividades que despierten su interés y lo motiven a ser parte de su educación.

Debido a los lineamientos y objetivos establecidos por el Ministerio de Educación (2019), orientados a fortalecer una adecuada comprensión de la Física, se organiza en seis bloques curriculares "1) Movimiento y fuerza; 2) Energía, conservación y transferencia; 3) Ondas y radiación electromagnética, 4) La Tierra y el universo; 5) La física de hoy; y, 6) La física en acción" (p. 236).

En el desarrollo de estos bloques, se incluye el análisis de los fenómenos luminosos, los cuales, según Serway y Jewett (2015), son procesos y efectos relacionados con la luz, su comportamiento y su interacción con

el medio. A continuación, se presentan tres ejes fundamentales para su comprensión: la naturaleza de la luz, sus propiedades y su interacción con la materia.

Según lo propuesto por de la Peña (2018), la luz es considerada una forma de radiación electromagnética con naturaleza dual, es decir se comporta como onda o partícula. Por otra parte, este mismo autor menciona que la luz forma parte del espectro electromagnético, mismo que incluye otras formas de radiación.

Dentro de las principales propiedades que describen el comportamiento de la luz, al propagarse o interactuar con distintos medios, se encuentran: la reflexión, la refracción, la difracción y la dispersión. Autores como Serway y Jewett (2015) describen las siguientes particularidades presentadas a continuación, en la Tabla 2.1.

Tabla 2.1. Propiedades de la luz

Propiedad	Definición	Características
Reflexión	Fenómeno en el cual la luz incide y rebota sobre una superficie.	Cumple la ley de que el ángulo de incidencia es igual al ángulo de reflexión.
Refracción	Es considerado como el cambio de dirección que experimenta la luz al pasar de un medio a otro.	Cumple con la ley de Snell y depende de los índices de refracción de los medios, cambiando su velocidad y longitud de onda.
Difracción	Desviación de la luz al atravesar una abertura.	Evidencia el comportamiento ondulatorio de la luz.
Interferencia	Superposición de ondas luminosas que proceden de zonas de mayor o menor intensidad.	Puede ser constructiva o destructiva.

Es así que mediante estas interacciones se produce la formación de imágenes, ya que la luz reflejada o refractada llega a nuestros ojos, posibilitando la observación y representación de los objetos en diferentes contextos (de la Peña, 2018).

Además, la "enseñanza de la Física, la evaluación y seguimiento del progreso de los estudiantes se puede lograr de acuerdo con la programación de diferentes actividades de acuerdo con los contenidos del programa, dosificando el ritmo según las características del grupo" (Romero, párr. 31). Estas actividades deben responder a la naturaleza propia de la asignatura, evitando el uso de métodos que no aportan significativamente en la enseñanza-aprendizaje de dichos contenidos.

Esto se debe a que la Física se interrelaciona con el estudio de los diferentes fenómenos naturales, como es el caso de los fenómenos luminosos, y las actividades deben centrarse en la comprensión y la aplicación de los principios físicos fundamentales. Pero, cumplir con las expectativas y objetivos de aprendizaje en el campo de la Física es considerado todo un desafío. Al respecto, Morales et al., (2015) mencionan que "los alumnos, principalmente de Física, consideran que el aprendizaje es difícil y abstracto, lo que podría ser un elemento obstaculizador de este proceso, por generar una actitud negativa en los estudiantes" (p. 18).

La reformulación del proceso educativo recae en la necesidad de integrar nuevos elementos metodológicos y en reflexionar sobre las dificultades que tiene el estudiante a la hora de comprender una temática.

Dificultades del proceso de enseñanza-aprendizaje de Física

Autores como Aguilar (2019), Bravo et al., (2013) y Parra et al., (2023) mencionan diferentes problemáticas que derivan del proceso de enseñanza-aprendizaje en la Física, a las cuales se hace referencia en la Tabla 2.2.

Tabla 2.2. Principales dificultades en la enseñanza-aprendizaje de la Física

Dificultades	Descripción
Falta de Recursos	Las instituciones educativas y los propios docentes no cuentan con los recursos económicos y de infraestructura necesarios para cumplir con las expectativas de aprendizaje.
Falta de conexión entre la teoría y la práctica	Existe una desvinculación entre los contenidos y el desarrollo de actividades reales, donde se evidencie la aplicación de los contenidos.
Dificultades didácticas del docente	Los docentes carecen de estrategias, técnicas y recursos para el correcto manejo del grupo de clases.
Abstracción de conocimientos	Algunos principios físicos son difíciles de visualizar debido a que se requiere de un proceso de interpretación por parte del estudiante.
Manejo del lenguaje físico	El lenguaje físico en cierto punto puede llegar a ser demasiado técnico, requiriendo la consolidación de contenidos previos.
Falta de habilidades en la resolución de problemas reales	Los contenidos teóricos no son vistos como una aplicabilidad en situaciones del mundo cotidiano.

Estrategias didácticas

De esta manera, se fundamenta la búsqueda de estrategias didácticas acordes a las necesidades actuales de los estudiantes; la evolución de la misma sociedad conduce a implementar nuevas alternativas para llegar al estudiante, de manera específica. La necesidad de innovar el proceso de enseñanza-aprendizaje de fenómenos luminosos tiene relación directa con las nuevas expectativas de aprendizaje del estudiante, donde el docente debe ser capaz de adecuar sus estrategias, técnicas y recursos educativos.

En este mismo sentido, Valverde y Ureña (2021), Grisales (2012) y Vásquez (2019) mencionan que las estrategias didácticas son procedimientos correctamente orientados a la consolidación de conocimientos y habilidades, funcionando como guías para impartir sus clases, adaptándose a los diferentes estilos de enseñanza-aprendizaje y cada una de las situaciones particulares que forman parte del quehacer docente. Para que las diferentes estrategias didácticas cumplan con su propósito, deben estar adecuadamente contextualizadas y aplicadas con la responsabilidad y el rigor que corresponde, para ello es primordial una adecuada planificación de las actividades y de la utilización de recursos didácticos, con el fin de generar un aprendizaje significativo que le permita al estudiante interrelacionarse con el medio social.

Por otra parte, es importante considerar las características propias de las estrategias didácticas para la enseñanza-aprendizaje de fenómenos luminosos, mismas que deben enfocarse en la construcción de conocimiento mediante la observación, una adecuada contextualización y su relevancia social. En este sentido, Colorado y Gutiérrez (2016), Mendoza y Loor (2022) y Álvarez et al., (2023), proponen las siguientes características:

- Son contextualizadas: se deben proponer actividades que se relacionen directamente con situaciones de la vida real, facilitando la comprensión de los contenidos con experiencias del mismo estudiante. Además, una adecuada contextualización en la enseñanza de fenómenos luminosos permite que los contenidos adquieran significatividad y sean aplicados en contextos reales.
- Son sistemáticas: las estrategias didácticas abordan los contenidos de manera integral, además consideran una secuencia lógica y la interrelación de los contenidos, promoviendo la interdisciplinariedad con otras asignaturas.

- Son flexibles: se adaptan a las necesidades y particularidades de los estudiantes, propias de los estilos de aprendizaje. Al ser consideradas flexibles se ajustan al contexto educativo de la enseñanza de fenómenos luminosos y están sujetas a los cambios propios del proceso educativo.
- Son significativas: la enseñanza-aprendizaje de fenómenos luminosos debe contribuir a que el estudiante comprenda el comportamiento de la luz y sus particularidades, además dichos aprendizajes deben ser aplicados en contextos reales y trascienden más allá de la memoria del estudiante.

Se propone el uso de diversas estrategias didácticas clasificadas en tres momentos del proceso de enseñanza-aprendizaje: preinstruccionales, como las simulaciones y videos, la lluvia de ideas y las actividades lúdicas, que permiten activar conocimientos previos y generar expectativas; coinstruccionales, como el aprendizaje basado en problemas, los mapas conceptuales y el estudio de casos, que facilitan la construcción activa del conocimiento; y postinstruccionales, como los resúmenes y las preguntas dirigidas, que permiten consolidar y evaluar la comprensión de los contenidos.

Estas estrategias, de acuerdo a las investigaciones realizadas por Castellanos (2023), Álvarez et al., (2023), Fernández et al., (2022) y Arceo et al., (2010), se complementan con la enseñanza-aprendizaje de fenómenos luminosos y de las Ciencias Naturales en general.

Las simulaciones y videos como estrategia didáctica para la enseñanza-aprendizaje de fenómenos luminosos, según Gaintza (2020), son entornos digitales y representaciones visuales interactivas que permiten la recreación de fenómenos naturales, con la finalidad de facilitar su comprensión y experimentación de conceptos que pueden resultar complicados para el estudiante, en un ambiente controlado y seguro,

además la finalidad de implementar esta estrategia didáctica se traduce en reemplazar o ampliar experiencias reales por experiencias guiadas por el propio docente.

Gómez y Oyola (2012) destacan que las simulaciones y los videos son considerados elementos fundamentales en la enseñanza de Ciencias Naturales, pues estos recursos facilitan la reproducción de fenómenos naturales, mejorando así su comprensión y superando limitaciones relacionadas con el espacio físico y la infraestructura; una realidad en muchas instituciones educativas. Además, estas estrategias didácticas guardan relación con el impulso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), que no solo fomentan el aprendizaje, sino que también responden al interés actual de los estudiantes por recursos digitales interactivos.

Por otra parte, la lluvia de ideas según Torres y Girón (2009), permite obtener ideas de los estudiantes sobre un contenido o una situación planteada, se centra en la interacción del grupo donde cada uno da su punto de vista; el docente en esta estrategia didáctica actúa como mediador y debe promover el respeto entre compañeros, brindando la oportunidad de interactuar a cualquier estudiante del grupo, valorando positivamente su predisposición por aportar a la clase.

Como parte de las estrategias didácticas orientadas a iniciar el proceso de enseñanza-aprendizaje de fenómenos luminosos, la integración a las actividades lúdicas se convierte en un recurso pedagógico fundamental, mismas que según Candela y Benavides (2020) las definen como dinámicas que incluyen a crear un ambiente colaborativo y motivador mediante el juego, además permite que el estudiante interactúe de manera activa y entretenida. Estas actividades se centran en motivar al estudiante, dejando de lado el ambiente rígido del aula de clases.

Así mismo, el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) es una estrategia didáctica en la que los estudiantes adquieren conocimientos mediante problemas o situaciones reales; esta estrategia permite que los estudiantes trabajen de manera cooperativa, desarrollen sus habilidades comunicativas y fomenten su autonomía (Deleg y Fajardo, 2023). El ABP busca la resolución de diferentes problemas reales, los cuales no tienen un único camino de solución debido a su naturaleza divergente, siendo características y elementos esenciales en la enseñanza de fenómenos luminosos.

En complemento, los mapas conceptuales, según Méndez y Daza (2017) y Cobas et al., (2017), son estrategias didácticas que involucran representaciones esquemáticas, que permiten la organización de información; estas estrategias permiten que los conocimientos previos adquieran un significado.

Otra alternativa didáctica vinculada a la enseñanza de fenómenos luminosos es el estudio de casos; al respecto González (2015) menciona que se trata de una estrategia didáctica que consiste en analizar situaciones reales con la finalidad de que los estudiantes comprendan problemas específicos; misma que es abordada desde una perspectiva constructivista.

Por otra parte, los resúmenes permiten establecer las ideas principales que engloban el estudio de una temática y se logra mediante una adecuada planificación mental, dando lugar a un continuo desarrollo cognitivo por parte del estudiante. Al respecto, Salcedo (2023) manifiesta que "el resumen se puede definir como una exposición breve de lo esencial de un tema o asignatura. Además, puede ser realizado tanto de forma escrita como oral y su objetivo es reducir el contenido de un texto" (p. 17). Esta estrategia didáctica permite que el alumno interprete y

sintetice toda la información obtenida, mejorando el aprendizaje de conceptos y una mejor secuenciación de los contenidos abordados.

Para finalizar, la implementación de preguntas dirigidas como estrategia didáctica se centra en la dinámica de cuestionar y responder a las inquietudes propias del intercambio comunicativo de un contenido; estas preguntas permitirán al docente evidenciar si los contenidos fueron comprendidos y el nivel de significatividad que adquirió en el estudiante; al respecto, Benoit (2020) manifiesta que "el estudiante aprende verdaderamente cuando logra comprender el sentido de lo que aprende, por lo tanto, se hace necesario mantener la actividad a través de reflexiones constantes y cuestionamientos" (p. 99). Las preguntas dirigidas se caracterizan por una comunicación bidireccional donde el docente identifica áreas de mejora; mientras el estudiante cuestiona y responde a las dudas que tenga sobre los contenidos abordados.

Metodología

Participantes

La población objeto de estudio estuvo conformada por 350 estudiantes de tercer año de bachillerato y 8 docentes de Física. El estudio se enmarca en un diseño no experimental, de tipo transversal y descriptivo, debido a que no se manipulan variables, los datos se recolectan en un único momento y se busca caracterizar las estrategias didácticas.

A partir de la población, mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia se seleccionó tanto a 3 docentes de dicha asignatura como a una muestra conformada por 58 estudiantes pertenecientes a la sección matutina de los paralelos "D" y "E", esto debido a la disponibilidad de la institución educativa y la proximidad con la misma. Esta selección se realizó en función de la accesibilidad, disponibilidad y cercanía con la institución educativa.

Instrumentos

Para el proceso de recolección de datos se utilizó la técnica de la encuesta, la cual se aplicó a través de un cuestionario diseñado específicamente como instrumento. Este cuestionario tuvo como propósito identificar las estrategias didácticas que se implementan en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los fenómenos luminosos.

Para la validez de dicho instrumento, se recurrió al juicio de expertos, determinándose la validez de contenido mediante el coeficiente V de Aiken, obteniendo un valor de 0,80; que según Jiménez (2025) refleja una alta validez, lo que evidencia su pertinencia, claridad y coherencia. Adicional a ello se realizó una prueba piloto, evaluándose su confiabilidad a través del coeficiente Alfa de Cronbach, obteniendo un valor general de 0,90, considerado "Muy Bueno" según Arévalo y Padilla (2016).

Dicho cuestionario estuvo compuesto por 9 ítems, distribuidos en 3 dimensiones, correspondientes a los momentos de la clase: preinstruccionales, coinstruccionales y postinstruccionales. Además, se utilizó una escala de respuesta tipo Likert de frecuencia de 5 puntos (Siempre, Casi siempre, A veces, Casi nunca y Nunca). La revisión por expertos contó con la participación de 3 jueces, quienes poseen formación académica y experiencia en educación y didáctica de la Física, garantizando la pertinencia, claridad y relevancia de los ítems.

Como complemento, se empleó una guía de entrevista, cuyas preguntas se basaron en los ítems del cuestionario, combinando preguntas estructuradas con la flexibilidad de interpretación y respuesta por parte del docente. Este instrumento permitió analizar la perspectiva tanto de estudiantes como de docentes, actores principales en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Para ello, se informó a los participantes

sobre los objetivos y alcances del estudio, asegurando la obtención del consentimiento informado, y se garantizó la confidencialidad de la información.

Se reconoce como limitación que, si bien se aplicaron procedimientos de validez y confiabilidad, el tamaño de la muestra y el carácter no probabilístico del estudio imposibilitan que se puedan generalizar los resultados.

Procedimientos

Una vez realizado todo este proceso de validación de los instrumentos, se procedió a su aplicación; en primera instancia, el cuestionario fue realizado por los estudiantes de manera presencial, además se estandarizó la aplicación para reducir sesgos de comprensión.

Asimismo, se realizó la aplicación de una guía de entrevista a docentes; esta se desarrolló de manera individualizada, permitiendo un espacio de diálogo abierto y reflexivo; durante el proceso se tomaron notas y se efectuó la grabación de las entrevistas, lo cual permitió disponer de un registro fiel de la información.

Cada entrevista fue grabada en formato de audio y tuvo una duración promedio de 20 a 30 minutos. Las entrevistas fueron sistematizadas en función de las respuestas proporcionadas por los docentes, quienes seleccionaron las estrategias didácticas que utilizan con mayor frecuencia.

Es así que, mediante la técnica de triangulación, se identificaron las principales similitudes y diferencias entre las percepciones de los estudiantes y las posturas de los docentes respecto a la implementación y manejo de las estrategias didácticas en la enseñanza de fenómenos

luminosos. Para ello, se elaboró una matriz de convergencias, en la que se confrontaron los datos obtenidos del cuestionario y de la guía de entrevistas, permitiendo determinar cuáles estrategias son más frecuentes y cómo se aplican en los distintos momentos del proceso de enseñanza-aprendizaje. Este procedimiento facilitó un análisis integrado y comparativo de las perspectivas de ambos actores, asegurando la validez y profundidad de los hallazgos.

Análisis de datos

El estudio siguió un enfoque descriptivo, lo que permitió analizar los datos recopilados y fundamentar adecuadamente la investigación. En relación con los cuestionarios, se realizó un análisis estadístico descriptivo de los resultados obtenidos mediante frecuencias absolutas y gráficos de barras realizados en *Excel,* lo que facilitó la identificación de patrones generales en las respuestas de los estudiantes.

Por su parte, a partir del diálogo generado con los docentes en la entrevista, se realizó una interpretación descriptiva de las razones por las cuales ciertas estrategias no son utilizadas, considerando factores como limitaciones de tiempo, recursos o formación docente.

Así mismo, se determinó como medida de tendencia central a la media, tanto a nivel de ítems como por dimensión. Los resultados obtenidos fueron organizados en tablas, estableciendo criterios de interpretación basados en la justificación de uso y dificultades identificadas.

La guía de entrevista aplicada a docentes recurrió a la representación gráfica de los resultados obtenidos. El análisis se complementó con la interpretación de las respuestas obtenidas durante el diálogo con los docentes, incorporando citas representativas que respaldan los hallazgos.

Resultados

Para la interpretación de los resultados obtenidos del cuestionario aplicado a los estudiantes, a partir de la escala tipo Likert, se establecieron rangos de clasificación basados en la determinación de la media aritmética. El rango de respuestas total (4 puntos) fue dividido en tres niveles, obteniéndose los siguientes intervalos, de 1,00 a 2,33 corresponden a un nivel bajo de uso; de 2,34 a 3,67 representa un nivel medio de uso; y de 3,68 a 5,00 indica un nivel alto de uso.

En la Tabla 2.3 se presenta la media aritmética determinada, específicamente la media, correspondiente a cada una de las estrategias didácticas.

Tabla 2.3. Aplicación de las estrategias didácticas, percepción estudiantil.

Estrategias didácticas	Siempre (n)	Casi siempre (n)	A veces (n)	Casi nunca (n)	Nunca (n)	Media
Simulaciones y videos	3	5	1	11	38	1,7
Lluvia de ideas	2	6	16	10	24	2,2
Actividades lúdicas	1	4	6	10	37	1,8
Aprendizaje basado en problemas	2	6	17	16	17	2,3
Mapas conceptuales	3	9	18	12	16	2,4
Estudio de casos	6	9	10	12	11	2,8
Resúmenes	29	19	6	2	2	4,2
Preguntas dirigidas	28	20	6	2	2	4,2

La Figura 2.1 muestra los resultados obtenidos mediante el cuestionario aplicado a estudiantes, en relación con la frecuencia de aplicación por parte de los docentes de las estrategias didácticas identificadas en la enseñanza de fenómenos luminosos. Se incluyen estrategias como: simulaciones y videos, lluvia de ideas, actividades lúdicas, mapas conceptuales, ABP, estudio de casos, resúmenes y preguntas dirigidas.

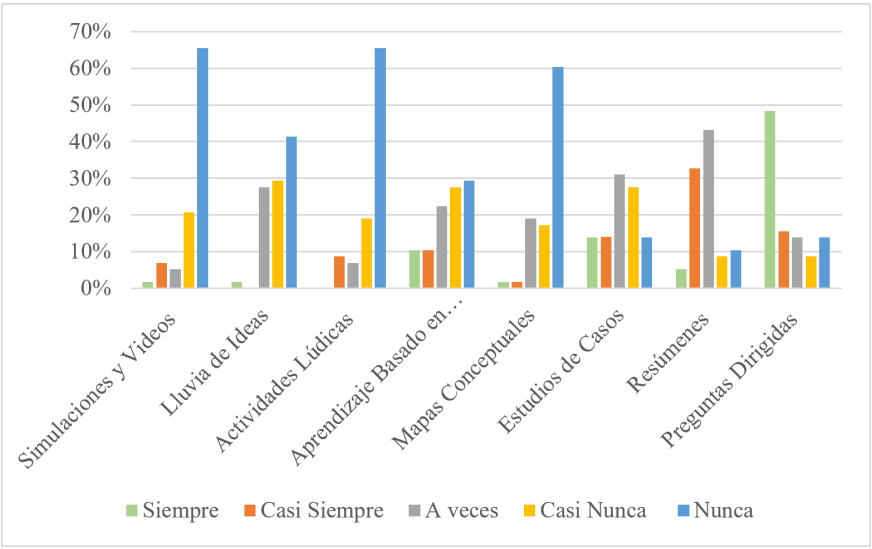


Figura 2.1. Estrategias didácticas identificadas para la enseñanza de fenómenos luminosos (n = 58). Nota. Elaboración a partir del cuestionario aplicado a estudiantes.

Desde la perspectiva estudiantil, las estrategias didácticas más utilizadas por los docentes son: los resúmenes, ya que el 32 % mencionó que se emplean Casi Siempre; y las preguntas dirigidas, debido a que 48 % de los encuestados identifican que Siempre es utilizada. En contraste, estrategias como las simulaciones y videos, las actividades lúdicas y el aprendizaje basado en problemas presentan un uso poco frecuente o nulo, debido a que el 66 %, 65 % y 29 %, respectivamente, interpretan que Nunca son adoptadas por parte del docente.

Con el propósito de complementar la información obtenida a través del cuestionario aplicado a los estudiantes, se procedió al análisis de las entrevistas. En la Tabla 2.4 se muestran los resultados correspondientes a la implementación de estrategias didácticas desde la perspectiva docente, expresados en términos de frecuencia y porcentaje.

Tabla 2.4. Aplicación de las estrategias didácticas, percepción docente

Estrategia didáctica (n = 3)	Sí	No
Simulaciones y videos	1	2
Lluvia de ideas	1	2
Actividades lúdicas	2	1
Aprendizaje basado en problemas	2	1
Mapas conceptuales	2	1
Estudio de casos	2	1
Resúmenes	3	0
Preguntas dirigidas	3	0

En la Tabla 2.5 se empleó un procedimiento de análisis cualitativo de tipo descriptivo; en primera instancia las entrevistas fueron transcritas de manera literal y se caracterizó su contenido de acuerdo con la temática de las respuestas.

Tabla 2.5. Categorías identificadas de la entrevista realizada a docentes

Categoría	Descripción	Frecuencia
Estrategias más utilizadas	Predominio de resúmenes y preguntas dirigidas	3
Uso moderado	Implementación ocasional de mapas conceptuales, ABP, Estudio de casos y lluvia de ideas	2
Bajo uso	Escasa aplicación de simulaciones y actividades lúdicas	1
Limitaciones	Factores que dificultan su aplicación: tiempo, recursos y formación docente	1

La Figura 2.2 presenta los resultados obtenidos a partir de la guía de entrevista aplicada a docentes, con el fin de conocer su percepción sobre la implementación de las diversas estrategias didácticas en la enseñanza de fenómenos luminosos; a través de la representación gráfica de respuestas dicotómicas, se evidencia la frecuencia de aplicabilidad y preferencias metodológicas.

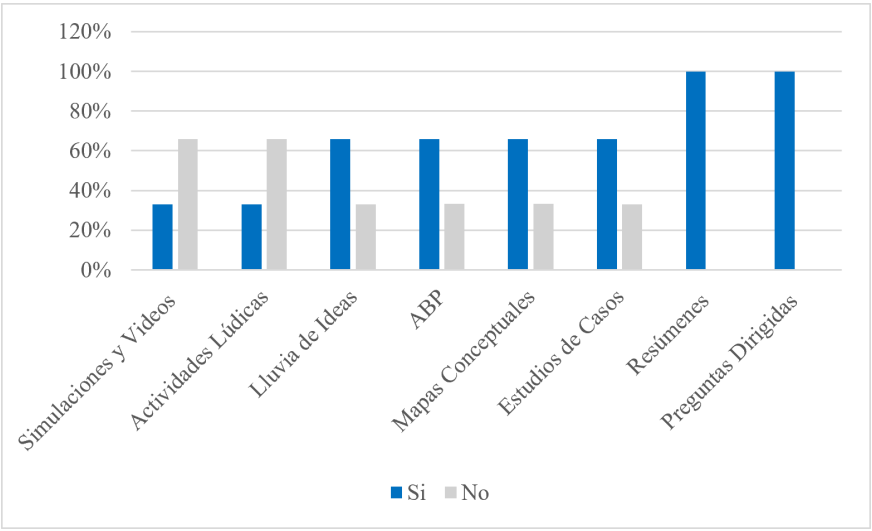


Figura 2.2. Implementación de las estrategias didácticas desde la visión docente (n = 3). Nota. Elaboración propia a partir de los datos obtenidos mediante la guía de entrevista aplicada a los docentes.

Es así que, desde la perspectiva docente, se observa que las estrategias más utilizadas son las preguntas dirigidas y los resúmenes con un 100 % de implementación. Asimismo, la mayoría de los docentes señala emplear mapas conceptuales, estudios de casos, lluvia de ideas y aprendizaje basado en problemas, con un 66 % de aceptación. En cambio, las estrategias con menor frecuencia de uso son las simulaciones y videos y las actividades lúdicas, debido a que el 66 % de docentes no considera su utilización.

En complemento con la Figura 2.2, a continuación, se presentan las principales apreciaciones referentes a la implementación de las estrategias didácticas. La Tabla 2.6 recoge las respuestas cualitativas de los docentes, quienes compartieron sus experiencias, justificaciones y observaciones.

Tabla 2.6. Apreciaciones personales de los docente

Docente	Estrategias que más utiliza	Justificación de uso	Dificultades identificadas
A	Lluvia de ideas Aprendizaje Basado en Problemas Resúmenes Preguntas dirigidas	Permiten activar conocimientos previos, fomentar la reflexión y resumir ideas clave	Limitado tiempo para el desarrollo de actividades y escasa motivación en algunos estudiantes
B	Lluvia de ideas Simulaciones y videos Mapas conceptuales Estudio de casos Resúmenes Preguntas dirigidas	Favorecen la comprensión visual, el pensamiento crítico y la integración de conceptos	Dificultades técnicas para implementar recursos digitales y la falta de conectividad en el aula
C	Actividades Lúdicas Aprendizaje Basado en Problemas Preguntas dirigidas	Motivan la participación y fortalecen el razonamiento mediante el juego	Escaso tiempo para planificar estrategias lúdicas

Desde la perspectiva docente, las principales dificultades identificadas son la limitada disponibilidad de tiempo para el desarrollo y planificación de actividades didácticas, la baja motivación de algunos estudiantes, las barreras técnicas asociadas a la implementación de recursos digitales, y la insuficiente conectividad en el aula, lo que restringe el uso efectivo de herramientas tecnológicas y la aplicación de estrategias lúdicas.

Discusión

Es así que los docentes entrevistados indicaron que en su mayoría no consideran la implementación de simulaciones y videos; realidad que se refleja en la encuesta aplicada a estudiantes, donde con mayor frecuencia, indicaron que nunca aplican este tipo de estrategias didácticas en el desarrollo de los contenidos relacionados con la enseñanza de fenómenos luminosos. Esto difiere de lo propuesto por Gaintza (2020) y Gómez y Oyola (2012), mismos que consideran el uso de simulaciones y videos como parte fundamental en el proceso educativo, ya que mediante la implementación de este tipo de estrategias se facilita la reproducción de fenómenos luminosos, mejorando la comprensión y superando las limitaciones de espacio físico y de infraestructura, además de generar un ambiente interactivo que se adapta a los diferentes estilos de aprendizaje.

En cuanto a la implementación de la lluvia de ideas, los docentes manifestaron en su totalidad que siempre utilizan esta estrategia didáctica debido a su flexibilidad y adaptabilidad a la naturaleza de los contenidos, pero los estudiantes en su mayoría consideran lo contrario, ya que casi nunca o nunca evidencian la aplicación de este tipo de estrategias, cabe señalar que es posible que los estudiantes no reconozcan en qué consiste la lluvia de ideas, dificultando su identificación. En este sentido, Delgado (2022), establece que la falta de claridad en el enfoque, las indicaciones y los objetivos de la clase, puede generar una falta de coherencia en el desarrollo de los contenidos, lo que dificulta que el estudiante comprenda los propósitos que se buscaba alcanzar mediante esta estrategia; además, es importante considerar el correcto manejo y la secuencia lógica de las estrategias didácticas, mismas que se rigen bajo la planificación de métodos, técnicas e instrumentos educativos.

En relación con la ejecución de actividades lúdicas dentro del aula, los resultados obtenidos tanto por docentes y estudiantes, evidencian la nula implementación de este tipo de estrategias didácticas, incluso el Docente A expuso que no considera la implementación de este tipo de actividades debido a que se requiere de una adecuada planificación y organización del grupo. Esta perspectiva se relaciona con lo propuesto por Ansó (2017), mismo que resalta que el papel del docente es mantener la convicción y compromiso de convertirse en un mediador de este tipo de actividades, pero esto no exime al docente de su responsabilidad de cumplir con las expectativas de aprendizaje del estudiante.

Además, no se consideran los aportes significativos de las actividades lúdicas, mismas que son fundamentales en el proceso educativo, de esta manera Candela y Benavides (2020) y Caballero (2021) resaltan que este tipo de estrategias didácticas favorece el crecimiento mental, emocional y social del estudiante, además fomentan actitudes como la competitividad y el desarrollo de la capacidad visual, táctil y auditiva.

En relación con el Aprendizaje Basado en Problemas los docentes y estudiantes concuerdan que sí es implementada dentro del aula de clases; de esta manera, el Docente A expuso que, para su ejecución, presenta un problema y los estudiantes deben realizar una consulta en casa y redactar un informe. Pero esto difiere de lo propuesto por Quintanal (2023), debido a que este autor propone una secuencia lógica más organizada, incluyendo las siguientes fases: diseño del problema, investigación y análisis, discusión y reflexión, y resolución del problema; el manejo adecuado de las diferentes fases garantiza la efectividad y el desarrollo de conocimientos significativos en el estudiante. Es importante destacar que esta concepción se enfoca más en la forma de aplicación de la estrategia y no tanto en la nula implementación de la misma, ya que los resultados son positivos.

Por otra parte, a pesar de que en su mayoría los docentes manifestaron que sí aplican los mapas conceptuales como estrategia didáctica, la realidad es que la mayor parte de los estudiantes no considera lo mismo. Además, el Docente B expresó que emplea esta estrategia didáctica para organizar su clase y no necesariamente la presenta al estudiante, realidad que dificulta el verdadero sentido de aplicabilidad de la misma. Esta concepción del docente se establece en controversia a lo propuesto por Méndez y Daza (2017), ya que su correcto manejo permite que los conocimientos previos adquieran un significado, mediante la categorización y jerarquización de los contenidos de estudio de fenómenos luminosos.

Los estudios de casos se presentan dentro de las principales estrategias que aplica el docente en el aula, los resultados obtenidos por parte de los docentes y estudiantes evidencian un correcto manejo de la misma, de esta manera, González (2015) recalca que mediante la implementación de dicha estrategia didáctica el docente presenta situaciones reales, lo que permite interrelacionar la teoría y la práctica; beneficiando la formación de conocimientos.

La aplicación de resúmenes es considerada por parte de los docentes como una de las estrategias didácticas fundamentales de las estrategias didácticas en el proceso de enseñanza-aprendizaje de fenómenos luminosos, esta concepción incluso se replica en las apreciaciones por parte de los estudiantes. Pero es importante mantener un control constante de las anotaciones que realiza el estudiante, ya que los Docentes A y B manifestaron que los resúmenes eran revisados al finalizar cada trimestre, lo que puede traducirse en una mala concepción de los conceptos fundamentales por parte del estudiante. Autores como Wehbe (2016) destaca la importancia de supervisar de manera constante la información que anota el estudiante, además para un correcto manejo

de dicha estrategia didáctica el estudiante debe poseer habilidades de síntesis y análisis.

Por último, mediante el análisis de los resultados obtenidos por parte de los docentes y estudiantes, permitió determinar que sí se emplean las preguntas dirigidas como estrategia didáctica en el proceso de enseñanza de fenómenos luminosos. En contraste con lo propuesto por Aldana (2012) la utilización de las preguntas dirigidas permitirá identificar y evaluar el progreso del estudiante, además de reforzar los contenidos que no son comprendidos por el grupo; postura que guarda relación con las diferentes opiniones propuestas por los docentes encuestados.

Conclusiones

El presente estudio permitió analizar las estrategias didácticas empleadas en la enseñanza de los fenómenos luminosos, evidenciando que las estrategias predominantes corresponden a los resúmenes y las preguntas dirigidas. A partir del análisis y la triangulación de datos, se identificaron convergencias entre docentes y estudiantes.

El análisis de la triangulación de datos mostró convergencias y divergencias entre las percepciones de estudiantes y docentes: ambos actores reconocen la utilidad de las estrategias para organizar la información y estimular la participación; sin embargo, se observa que los docentes tienden a mantener un enfoque más convencional, limitando la diversificación de las estrategias aplicadas.

En función a estos hallazgos, se recomienda fortalecer la incorporación de estrategias didácticas activas, pero para ello es necesario considerar condiciones como disponibilidad de recursos tecnológicos, el acceso a la infraestructura adecuada y la formación continua de docentes, promoviendo un aprendizaje más dinámico y contextualizado.

Limitaciones y trabajos futuros

Es importante señalar algunas limitaciones del estudio. En primer lugar, el tamaño y el tipo de muestra, conformada por 58 estudiantes y 3 docentes, bajo un muestreo no probabilístico, limitan la generalización de resultados. Se recomienda optar por la implementación de un muestreo estratificado o aleatorio, asegurando que la selección de los participantes sea más equitativa, lo que permitiría reducir sesgos de selección y reconocer con mayor precisión las particularidades y necesidades del proceso educativo.

El estudio se desarrolló bajo un enfoque descriptivo, lo que impide establecer relaciones de causalidad o inferencias estadísticas, además se reconoce que factores como la conectividad y la infraestructura institucional pueden influir en la implementación de ciertas estrategias didácticas, constituyéndose variables relevantes a considerar en investigaciones futuras. Por último, no se contempló el impacto mediante un diseño pretest y postest, lo que limita la posibilidad de evaluar el rendimiento académico.

Referencias bibliográficas

Aguilar-Gordón, F. del R. (2019). Fundamento, evolución, nodos críticos y desafíos de la educación ecuatoriana actual. *Actualidades Investigativas en Educación, 19(1), 1-31.* https://doi.org/10.15517/aie.v19i1.35715

Aldana, L. (2012*). La pregunta como estrategia para el aprendizaje de las ciencias naturales. [Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Colombia].* https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/11377

Álvarez, E., Henríquez, C. y Gutiérrez, M. (2023). Estrategias Didácticas para el aprendizaje de las ciencias naturales en contextos de Pandemia: estudio de caso de Profesores de

Antofagasta. *Reidu, 4(1), 99-124.* https://doi.org/10.54802/r.v4.n1.2022.106

Ansó, M. (2017). *Pedagogías lúdicas de innovación: buenas prácticas de enseñanza con juegos digitales. [Tesis Doctoral, Universidad de Extremadura].* http://hdl.handle.net/10662/6319

Arceo, F., Rojas, G. y González, E. (2010). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo: una interpretación constructivista.* McGraw-Hill Interamericana. https://koha.espol.edu.ec/bib/237292

Benoit, C. (2020). La formulación de preguntas como estrategia didáctica para motivar la reflexión en el aula. *Cuadernos de Investigación Educativa, 11(2), 95-115.* https://doi.org/10.18861/cied.2020.11.2.2994

Bravo, B., Pesa, M. y Rocha, A. (2013). Implicancias de la enseñanza sobre el saber de los alumnos. El aprendizaje de fenómenos ópticos. Segunda parte. *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias, 8(1), 62-76.* https://doi.org/10.54343/reiec.v8i1.121

Caballero-Calderón, G. (2021). Las actividades lúdicas para el aprendizaje. *Polo del Conocimiento, 6(57), 861-878.* http://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es

Candela, Y. y Benavides, J. (2020). Actividades lúdicas en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los estudiantes de la básica superior. *Rehuso, 5(3), 78-86.* https://revistas.utm.edu.ec/index.php/Rehuso/article/view/1684

Castellanos, J. (2023). *Las estrategias didácticas empleadas en la enseñanza de ciencias naturales durante la pandemia por COVID-19. [Tesis de Maestría]. Universidad Externado de Colombia.* https://doi.org/10.57998/bdigital/handle.001.2013

Cobas, R., Repilado, F. y Gracia, A. (2017). Los mapas conceptuales en la enseñanza de la física: una alternativa para desarrollar el aprendizaje en los estudiantes de ingeniería geológica.

Didáctica y Educación, 8(6), 185-195. https://revistas.ult.edu.cu/index.php/didascalia/article/view/703

Colorado, P. y Gutiérrez, L. (2016). Estrategias didácticas para la enseñanza de las ciencias naturales en la educación superior. *Revista Logos, Ciencia & Tecnología, 8(1), 148-162.* https://doi.org/10.22335/rlct.v8i1.363

Cruz, O., Villavelázquez, T., González, J., Valenzuela, M., Velducea, W. y Rivas, R. (2023). El proceso de enseñanza-aprendizaje, enfoque sistémico de sus componentes en el deporte escolar. *Retos: nuevas tendencias en educación física, deporte y recreación, (49), 632-641.* https://doi.org/10.47197/retos.v49.95861

De la Peña, l. (2018). La naturaleza de la luz. *Revista Digital Universitaria, 19(3), 1-12.* http://doi.org/10.22201/codeic.16076079e.2018.v19n3.a1

Deleg-Sari, P. E. y Fajardo-Tinizhañay, L. P. (2023). ABP como estrategia didáctica para contribuir al proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física. *Revista Iberoamericana De Investigación En Educación, (7), 1-13.* https://doi.org/10.58663/riied.vi7.118

Delgado, C. (2022). Estrategias didácticas para fortalecer el pensamiento creativo en el aula. Un estudio meta-analítico. *Revista Innova Educación, 4(1), 51-64.* https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8152451

Fernández-García, E., Cevallos-Sánchez, H. y Zambrano-Acosta, J. (2022). Estrategia didáctica para el fortalecimiento del aprendizaje significativo de las Ciencias Naturales. *Polo del Conocimiento, 7(70), 39-59.* https://www.polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/4565

Gaintza-Jauregi, Z. (2020). La simulación como estrategia metodológica en la Facultad de Educación de la Universidad del País Vasco. *Revista Electrónica Educare, 24(3), 1-18.* http://doi.org/10.15359/ree.24-3.11

Gómez, B. y Oyola, M. (2012). Estrategias didácticas basadas en el uso de tic aplicadas en la asignatura de física en educación media. *Escenarios, 10(1), 17-28.* https://doi.org/10.15665/esc.v10i1.722

González, E. (2015). Estudio de casos como estrategia didáctica en la formación del estudiantado en Bibliotecología. *Revista e-Ciencias de la Información, 5(2), 1-14.* https://doi.org/10.15517/eci.v5i2.19736

Grisales-Franco, L. (2012). Aproximación histórica al concepto de didáctica universitaria. *Educación y Educadores, 15(2), 203-218.* https://educacionyeducadores.unisabana.edu.co/index.php/eye/article/view/2084

Hernández-Suárez, C. (2020). Perspectivas de enseñanza en docentes que integran una red de matemáticas: percepciones sobre la integración de TIC y las formas de enseñar. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte, (61), 19-41.* https://doi.org/10.35575/rvucn.n61a3

Jiménez, M. (2025). *Guía práctica de validez y confiabilidad en instrumentos de evaluación para la investigación. [Archivo PDF]. Universidad del desarrollo, Chile.* https://medicina.udd.cl/innovatm/files/2025/09/validez-y-confiabilidad.pdf

Macías-Castro, L., Mite-Aguilera, N., Arboleda-Lage, R., Salcedo-Aparicio, D., Ruiz Mora, D. y Mendoza Triviño, M. (2023). Incidencia del Proceso Metodológico Dentro del Aprendizaje de Educación Básica. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 7(4), 4251-4272.* https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i4.7276

Méndez, K. y Daza, K. (2017). *Estrategias didácticas para el fortalecimiento de la enseñanza y el aprendizaje del área de ciencias naturales y educación ambiental, asignatura de biología en los estudiantes de educación básica secundaria de la institución educativa paulo vi de lorica-córdoba [Tesis de Maestría, Universidad de Córdoba].* https://repositorio.unicordoba.edu.co/handle/ucordoba/934

Mendoza-Mendoza, R. y Loor-Colamarco, I. (2022). Estrategias Didácticas para la Enseñanza de las Ciencias Naturales y Desarrollo del Pensamiento Científico. *Revista Científica Dominio de las Ciencias, 8(1), 859-875.* http://dx.doi.org/10.23857/dc.v8i41.2527

Ministerio de Educación del Ecuador. (2016). *Currículo de los Niveles de Educación Obligatoria. Nivel Bachillerato. Quito: Ministerio de Educación.* https://educacion.gob.ec/curriculo-bgu/

Ministerio de Educación. (2019). *Currículo de los Niveles de Educación Obligatoria. Nivel Bachillerato Tomo 1. [Archivo PDF]. Quito, Ecuador.* https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/09/BGU-tomo-1.pdf

Morales, L., Mazzitelli, C. y Olivera, A. (2015). La enseñanza y el aprendizaje de Física y de la Química en nivel secundario desde la opinión de estudiantes. *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias, 10(2), 11-19.* http://hdl.handle.net/11336/158601

Moreira, M. (2012). ¿Al final, qué es aprendizaje significativo? *Revista Qurriculum, (25), 29-56.* https://riull.ull.es/xmlui/handle/915/10652

Parra-Gil, J., Caro, E. y Jiménez-Builes, J. (2023). Revisión de estrategias de enseñanza y aprendizaje de la electrónica básica orientada a neouniversitarios de ingeniería. *Dyna, 90(227), 176-184.* https://doi.org/10.15446/dyna.v90n227.109295

Quintanal, F. (2023). Aprendizaje basado en problemas para Física y Química de Bachillerato. Estudio de caso. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 20(2), 2201.* https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2023.v20.i2.2201

Romero-Hoyos, A. (2013). Las estrategias de aprendizaje y la física. *Vida Científica Boletín Científico De La Escuela Preparatoria No. 4, 1(2).* https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/prepa4/article/view/1783

Salcedo, Z. (2023). Resumir para comprender: una estrategia transformadora en la educación escolar. *Synergía, 2(2), 72-87.* https://doi.org/10.48204/synergia.v2n2.4454

Serway, R. y Jewett, J. (2015). *Física para ciencias e ingeniería.* Cengage Learning. http://latinoamerica.cengage.com/

Torres, H. y Girón, D. (2009). *Didáctica General. Colección Pedagógica de Formación Inicial de Docentes Centroamericanos de Educación Primaria y Básica. Volumen 9. Coordinación Educativa y Cultural Centroamericana, CECC/SICA*. https://biblioteca.univalle.edu.ni/s/todos/item/150

Valverde-López, L. y Ureña-Hernández, M. (2021). Una propuesta de estrategias y recursos didácticos por competencias en respuesta a los estilos de enseñanza-aprendizaje de la población estudiantil. *Revista Electrónica Educare, 25(3), 1-19.* https://doi.org/10.15359/ree.25-3.7

Vásquez, F. (2019). *Estrategias de enseñanza: investigaciones sobre didáctica en instituciones educativas de la ciudad de Pasto. Kimpres, Universidad de la Salle.* https://core.ac.uk/outputs/79476347/

Wehbe, S. (2016). El resumen como estrategia para mejorar la comprensión lectora en la asignatura Derecho de los Contratos. *Ecos desde las Facultades, 24, 44-51.* http://cuaderno.pucmm.edu.do/

Capítulo 3

La gestión pedagógica: eje fundamental en la enseñanza de Matemáticas y Física en Bachillerato

Fabiola Elvira León Bravo
Universidad Nacional de Loja, Facultad de la Educación, el Arte y la Comunicación, Loja, Ecuador
fabiola.leon@unl.edu.ec

Resumen

La gestión pedagógica es el conjunto de prácticas y estrategias implementadas en el ejercicio profesional docente, que tiene como fin la mejora continua del proceso de enseñanza-aprendizaje en Matemáticas y Física en Bachillerato, disciplinas que requieren estrategias organizativas, didácticas y evaluativas, altamente estructuradas y contextualizadas. El objetivo consistió en analizar la importancia de la gestión pedagógica en la práctica docente, destacando su relación directa en la planificación, ejecución y evaluación de los procesos educativos. Para ello, se aplicó un enfoque cualitativo con diseño documental, de alcance descriptivo. La recolección y análisis de información se enmarcaron en el método de revisión bibliográfica narrativa. Los resultados de la investigación sugieren que los conocimientos y habilidades en gestión pedagógica fortalecen la capacidad docente para planificar, organizar, liderar y evaluar procesos de enseñanza-aprendizaje efectivos y colaborativos. Los hallazgos también confirmaron que la gestión pedagógica contribuye al desarrollo de comunidades de aprendizaje y a la mejora de los resultados educativos. Como proceso intencionado e integrado en la práctica docente, favorece una enseñanza más reflexiva, flexible

y adaptada a las necesidades de los estudiantes, optimizando el aprendizaje, promoviendo ambientes colaborativos y mejorando el rendimiento estudiantil.

Palabras clave: Gestión pedagógica, enseñanza, Matemáticas, Física, práctica docente, gestión educativa.

Introducción

La educación actual no solo requiere docentes capacitados en el dominio de los contenidos disciplinares, sino también docentes que posean capacidades para liderar, de manera efectiva, sus espacios pedagógico-didácticos. La enseñanza de Matemáticas y Física en el nivel de Bachillerato presenta retos pedagógicos particulares, desafíos persistentes que afectan la motivación por aprender y, en consecuencia, el rendimiento académico de los estudiantes. No puede desconocerse la importancia de estas asignaturas consideradas fundamentales para el desarrollo del pensamiento lógico, abstracto y científico, que aún son percibidas por una importante mayoría de estudiantes como difíciles, poco atractivas y alejadas de su realidad cotidiana.

A nivel de Latinoamérica, algunos de los desafíos que enfrenta la enseñanza de Matemáticas y Física son: bajos niveles de logro académico evidenciados en los resultados de evaluaciones internacionales (Programa para la Evaluación Internacional de los Estudiantes - PISA y Estudio Regional Comparativo y Explicativo - ERCE); desmotivación y ansiedad ante el aprendizaje; enseñanza tradicional centrada en la memorización, pues aún prevalecen metodologías expositivas con escasa participación activa del estudiante; enfoque limitado en la resolución de problemas y otras metodologías activas; desconexión con la vida cotidiana, lo que resta pertinencia y significado a los contenidos

abstractos al no poder vincularlos con la realidad y su aplicación práctica; limitado uso de tecnologías y recursos innovadores (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico [OCDE], 2023; Díaz-Barriga y Hernández, 2005). Esta realidad no es extraña a nuestro contexto educativo cercano, cuyos desafíos son similares a los descritos.

En respuesta, son varios los retos pedagógicos clave que buscan transformar la enseñanza y fortalecer los aprendizajes en Matemáticas y Física por ejemplo: promover aprendizajes significativos gestionando entornos de aprendizaje relevantes; diversificar las estrategias didácticas considerando los estilos y ritmos de aprendizaje de los estudiantes; gestionar la progresión del aprendizaje reconociendo la importancia de la evaluación formativa como herramienta de retroalimentación; fomentar el pensamiento crítico y científico, especialmente en la enseñanza de Física; motivar, acompañar y reducir la ansiedad para mejorar la actitud de los estudiantes hacia estas disciplinas; desarrollar la competencia docente en gestión pedagógica de tal manera que los docentes desarrollen su planificación, mediación y evaluación con enfoque reflexivo, incorporen recursos tecnológicos, la interdisciplinariedad y el trabajo colaborativo, así como la mejora continua de su praxis (Ausubel, 1980; Díaz-Barriga y Hernández, 2005).

En este sentido, cobra importancia la gestión pedagógica que va mucho más allá de la administración tradicional, pues a decir de Antúnez (1998) citado por García (2004) implica un "conjunto de acciones de movilización de recursos orientadas a la consecución de unos objetivos planteados a un determinado plazo" (p. 17), entendiéndose que la efectiva movilización de recursos garantiza la adecuada planificación de acciones, distribución de tareas y responsabilidades, dirección y evaluación de procesos y resultados, actividades todas, constitutivas del proceso de gestión pedagógica que debe desarrollar el docente,

basándose en la investigación de su propia práctica, lo que Schön (1992) como se cita en García (2011) denomina "reflexión sobre la acción y en la acción" (p. 4) o práctica reflexiva.

Este ejercicio involucra el cuestionar las prácticas realizadas, identificar fortalezas y áreas de mejora, de tal manera que se diseñen soluciones o estrategias que optimicen los resultados. Enfoque que fomenta el aprendizaje continuo, la autocrítica constructiva y la adaptación a las necesidades del entorno, López (2017) afirma que "una buena gestión se convierte en la clave para que lo realizado por cada integrante de una institución tenga sentido" (p. 212). La gestión pedagógica tiene como propósito la calidad de los procesos sustantivos de enseñanza-aprendizaje, promoviendo la innovación y adaptación a los cambios y avances tecnológicos.

Aplicar la gestión pedagógica como una competencia del docente implica reconocer lo que deben saber hacer los profesores, que a decir de Díaz-Barriga y Hernández (2005), son entre otras cosas: saber preparar actividades significativas y relevantes para el aprendizaje, diseñar apoyos idóneos, saber dirigir la actividad de los alumnos, crear un clima favorable para el trabajo académico, saber evaluar y utilizar la investigación e innovación en su campo de conocimiento y acción.

Para ello, a través de la planificación, organización, dirección y evaluación de las actividades educativas, la gestión pedagógica se convierte en la herramienta útil que facilita a los docentes estructurar procesos de aprendizaje efectivos, relevantes y significativos para los estudiantes, cuya meta central es "incrementar la competencia, la comprensión y actuación autónoma de los alumnos" (Díaz-Barriga y Hernández, 2005, p. 7), convirtiendo de esta manera, en una necesidad, la formación

continua en metodologías que promuevan un impacto positivo en la gestión pedagógica en áreas de enseñanza como Matemáticas y Física (Lliguin et al., 2024).

La correcta ejecución del currículo depende de un buen nivel de gestión pedagógica, por ello el Ministerio de Educación de Ecuador [MINEDUC] ha emprendido acciones importantes en cuanto al marco normativo (Ley Orgánica de Educación Intercultural [LOEI], 2021) de tal manera que se garantice la mejora educativa mediante la implementación, por un lado, de "los estándares de gestión escolar, de aprendizaje y de desempeño profesional docente y directivo, en todos los niveles y modalidades, y los indicadores de calidad de la provisión educativa" (Art. 22, c.) y por otro, mediante una formación docente de calidad, basada en la evaluación y retroalimentación oportuna. El Art. 68 determina que la gestión pedagógica incluye los estándares de calidad que promueven el cumplimiento de los atributos del perfil de salida de los estudiantes garantizándoles una adecuada realización de su proyecto de vida.

De esta manera, la Gestión Pedagógica constituye una importante dimensión de evaluación de la calidad educativa, que de acuerdo con el MINEDUC (2017), se refiere "a los aspectos necesarios para la planificación y ejecución de acciones que permitan llevar a cabo, las prácticas pedagógicas, su ejecución, evaluación y refuerzo, así como el aseguramiento y atención al desarrollo biopsicosocial del estudiantado" (p. 14). Por ello, es importante cuidar la alineación entre la planificación curricular que se fundamenta en el currículo nacional vigente e integra los lineamientos constantes en el Plan Curricular Institucional; así como también, el proceso de evaluación de aprendizajes y refuerzo pedagógico; la atención a las necesidades socioafectivas y pedagógicas

de los estudiantes; la coherencia interna entre Plan Curricular Institucional, Plan Curricular Anual y Planificación microcurricular de aula; suficiencia en los conocimientos de la asignatura; dominio y aplicación contextualizada de estrategias de enseñanza-aprendizaje; promoción de ambientes de aprendizaje estimuladores, que fomenten la participación activa de los estudiantes.

El Ministerio de Educación asocia a la gestión pedagógica "los aspectos pedagógicos y didácticos como ejes centrales que permiten consolidar aprendizajes significativos en los estudiantes, a la vez que busca mejorar la calidad de enseñanza" (Armijos, 2024, p. 7). Uno de los procesos fundamentales es la planificación, que precede a la ejecución y evaluación del proceso de enseñanza-aprendizaje; este se relaciona con el trabajo curricular, el proceso didáctico y el apoyo al desarrollo de los estudiantes. Engloba los elementos curriculares, debidamente articulados para el cumplimiento efectivo de los objetivos de aprendizaje y/o las destrezas con criterio de desempeño y se materializa en los documentos de concreción: mesocurricular y microcurricular.

La ejecución del proceso de enseñanza-aprendizaje sucede dentro del aula de clase, en interacción directa docente-estudiante, configurándose un ambiente de aprendizaje que debe estar caracterizado por la empatía, la confianza y la armonía; buena comunicación; atención a la diversidad; implementación de herramientas de apoyo a la ejecución de la programación; desarrollo de metodologías que propicien la participación del estudiante y su adecuado desenvolvimiento académico; seguimiento, evaluación y retroalimentación oportuna; acción tutorial y habilidades de gestión de espacios, recursos y materiales de aprendizaje (Armijos, 2024).

Un buen nivel de gestión pedagógica por parte del docente implica su participación activa en actividades académicas que promuevan el diseño y ejecución de proyectos educativos orientados a la calidad; la implementación de técnicas de trabajo colaborativo para la construcción de los conocimientos; la participación en círculos de estudio que fomenten el compartir experiencias y prácticas docentes destacadas; es decir, promover la creación de comunidades de aprendizaje que propendan al desarrollo de una cultura de calidad basada en procesos de gestión pedagógica adecuados.

El tercer proceso que reviste un alto grado de importancia por su impacto en la mejora continua es la evaluación, considerada un proceso permanente y sistemático de observación, valoración y registro de información pertinente, que permite evidenciar el nivel de logro de los aprendizajes, el cumplimiento de objetivos y los desempeños de los actores educativos a fin de implementar acciones de retroalimentación y fortalecimiento del proceso de enseñanza-aprendizaje (MINEDUC, 2021).

El docente dispone de algunas alternativas de evaluación, susceptibles de ser aplicadas según la intencionalidad que tenga, así: evaluación diagnóstica o de inicio, para determinar una línea base o punto de partida que permita iniciar el tratamiento de nuevos contenidos sobre la base de conocimientos previos adecuados y suficientes; evaluación formativa o de proceso que asegura mediante acciones de retroalimentación oportuna, el logro de aprendizajes y elevados niveles de aprobación escolar; y la evaluación sumativa o final que permite valorar y certificar los aprendizajes alcanzados. Parte de una buena gestión pedagógica, constituye la aplicación de una evaluación centrada “en el aprendizaje y desarrollo de habilidades, de este modo, pasan a segundo plano los

instrumentos estandarizados o de base estructurada" (MINEDUC, 2021 como se citó en Armijos, 2024, p. 24).

Complementario a los procesos de ejecución y evaluación, está el apoyo al desarrollo del estudiante y como tal, contempla la gestión de escenarios de aprendizaje, así como la implementación de estrategias didácticas con enfoques flexibles y adaptativos para atender a la diversidad dentro del aula. Es el docente el responsable de diseñar una adecuada enseñanza que fomente, en todos los estudiantes, procesos de aprendizaje idóneos, mediante la orientación, guía y acompañamiento permanente, teniendo en cuenta sus conocimientos, habilidades y contexto (Díaz y Hernández, 1998). Pues, a decir de Paredes y Sanabria (2015), "el problema de los educadores […] radica en […] diseñar condiciones educativas claras para satisfacer las necesidades y los problemas de las personas" (p. 155). Son los distintos tipos de ambientes de aprendizaje, los que deben adecuarse a las necesidades y realidades educativas, por ejemplo: ambiente centrado en el que aprende (estudiante); ambiente centrado en el conocimiento; ambiente centrado en la evaluación (retroalimentación) y ambiente centrado en la comunidad. Incorporando, además, "el refuerzo académico como estrategia pedagógica para brindar apoyo adicional y personalizado a los estudiantes que enfrentan dificultades en su aprendizaje" (Armijos, 2024, p. 26).

Otro aspecto que ha sido mencionado como consecuencia de una adecuada gestión pedagógica, que toma como base el trabajo colaborativo, es la creación, desarrollo y consolidación de comunidades de aprendizaje cuyo propósito es fortalecer los vínculos entre los integrantes de la comunidad educativa respetando su diversidad cultural

y social, garantizando, por un lado, el cumplimiento de sus derechos y, por otro, la calidad educativa y de la gestión en general (Salazar, 2022).

Los procesos implícitos en la gestión pedagógica, implementados de forma cíclica, propenden a la mejora continua; por ello, las comunidades de aprendizaje se asumen como "un modelo de organización de los centros educativos que pretende dar respuesta a dos prioridades, mejorar el rendimiento académico y resolver los problemas de convivencia" (Rodríguez, 2012, p. 68). Además, Flecha y Puigvert (2016) sostienen que se promueve el aprendizaje dialógico y la igualdad educativa, superando de algún modo, los fracasos escolares dado que se fomenta la convivencia de grupos altamente interactivos.

Para Cisneros y Simón (2019), las comunidades de aprendizaje existen para transformar el centro educativo y su entorno, en un lugar idóneo en el cual el proceso de enseñanza-aprendizaje no esté en manos solamente del profesor, sino que se dé mediante la participación activa y comprometida de todos los actores: familias, organizaciones, comunidad en general.

Para ello, la comunidad educativa debe aplicar principios pedagógicos compartidos que permitan crear ambientes de aprendizaje abiertos e inclusivos en los que el proceso de enseñanza-aprendizaje sea el centro de la organización como tal; que promueva una enseñanza con propósitos claros, explícitos y conocidos por todos; que promueva la autoestima en función de altas expectativas de los actores del proceso; que aplique la evaluación continua y sistemática para reorientar procesos en caso de ser necesario; que propicie la participación de los estudiantes, familias y comunidad; que fomente el liderazgo compartido a través de la conformación de equipos de trabajo con delegación de responsabilidades

debidamente coordinados; y, se promueva la educación entre iguales, reconociendo la igualdad en el acceso a todos los procesos formativos (Flecha y Puigvert, 2016).

Con estos referentes, la pregunta de investigación que orientó el proceso de revisión bibliográfica se formuló de la siguiente manera: ¿Qué importancia tiene la gestión pedagógica en la práctica docente? De la cual se derivó la siguiente: ¿Cómo se describe su relación con la planificación, ejecución y evaluación de los procesos educativos?

Metodología

Tipo de estudio

Se aplicó un enfoque metodológico cualitativo con el fin de examinar e interpretar la información documental necesaria y suficiente para dar cumplimiento al objetivo de investigación: Analizar la importancia de la gestión pedagógica en la práctica docente, destacando su relación directa con la planificación, ejecución y evaluación de los procesos educativos. Se siguió un diseño de investigación documental con alcance descriptivo, cuyo método fue la revisión bibliográfica.

Procedimiento

El procedimiento inició con la búsqueda de información en bases de datos académicas reconocidas como: Scopus, Web of Science, SciELO, Redalyc, Dialnet, ERIH Plus, Academia, Google Scholar, repositorios institucionales de universidades, páginas web, entre otras, considerando las publicaciones realizadas en el periodo comprendido entre el 2015 y 2024, con el fin de asegurar la actualidad y pertinencia de los estudios seleccionados.

Se aplicaron varias ecuaciones de búsqueda con palabras clave relacionadas con la temática y pregunta de investigación, cuyas combinaciones permitieron localizar fuentes de información relevantes y actualizadas. Entre las ecuaciones utilizadas, constan, por ejemplo: "gestión educativa", "gestión pedagógica", "gestión pedagógica" + "enseñanza de Física", "gestión pedagógica" + "enseñanza de matemáticas", "planificación" + "calidad educativa", "comunidades de aprendizaje" y "práctica docente".

La selección de las fuentes de información obedeció a criterios de inclusión tales como: a) estudios centrados en gestión pedagógica, práctica docente y su relación con procesos de enseñanza-aprendizaje en Matemáticas y/o Física; b) artículos científicos, libros y documentos académicos arbitrados; y c) publicaciones en español e inglés. Por otro lado, los criterios de exclusión considerados fueron: a) documentos duplicados; b) estudios sin acceso a texto completo; y c) trabajos que abordaban la gestión educativa desde una perspectiva exclusivamente administrativa sin vínculo con la práctica pedagógica. Estos criterios fueron operacionalizados mediante la revisión de títulos, resúmenes y palabras clave, verificando su correspondencia directa con el objetivo de la investigación.

El proceso de selección de la información pertinente (tamizaje) se llevó a cabo en tres fases: identificación de fuentes, revisión preliminar de títulos y resúmenes, y lectura completa de los documentos potencialmente relevantes, lo que permitió a su vez, depurar progresivamente el corpus documental hasta obtener las fuentes más pertinentes y representativas.

Para la recolección de la información se emplearon técnicas e instrumentos como el fichaje y fichas de registro de información bibliográfica y de contenido.

Análisis de datos

La lectura minuciosa y detenida de las fuentes seleccionadas permitió extraer una síntesis de ideas principales, criterios y conclusiones de los autores para sistematizar y establecer relaciones existentes; posteriormente, el análisis de la información se realizó mediante un proceso de codificación temática, organizando los datos en una matriz de análisis que permitió categorizar y comparar los aportes de los distintos autores en función de ejes como gestión pedagógica, práctica docente y su relación con el aprendizaje.

Además, el método analítico-sintético facilitó argumentar el tema de estudio. Toda vez que según Rodríguez y Pérez (2017), este método implica desagregar en partes la información para posteriormente producir conocimiento nuevo sobre la base del análisis realizado a cada una de sus partes constitutivas.

Resultados

La investigación documental involucró la revisión y análisis de 36 fuentes bibliográficas referidas a la gestión pedagógica y su vinculación con la enseñanza de Matemáticas y Física, organizadas en libros, capítulos de libro, artículos científicos, informes, documentos ministeriales, normativa oficial, recursos web, tesis de grado y posgrado, cuya selección observó el cumplimiento de los criterios de actualidad, relevancia, validez y confiabilidad. Se destaca en este registro bibliográfico, el análisis de literatura reciente (entre 2020 y 2025) en un porcentaje mayor al 50 % del total, lo cual evidencia la actualidad y pertinencia de la información para el tratamiento del problema de investigación. Además, se incluyeron textos clásicos necesarios para

robustecer el marco teórico y contrastar con la evidencia empírica; la diversidad de fuentes permitió la riqueza en el análisis.

Tabla 3.1. Caracterización de las fuentes bibliográficas analizadas.

Tipo de fuente	Cantidad	Porcentaje	Años de publicación
Libros (clásicos / teóricos)	4	11 %	1980, 1998, 2005, 2013
Capítulos de libro	1	3 %	2019
Tesis	2	6 %	2022, 2024
Artículos científicos	19	52 %	2012, 2015, 2016, 2017, 2019, 2020, 2021, 2022, 2023, 2024, 2025
Páginas web	2	6 %	2016, 2020
Documentos PDF (informes, reportes, otros)	3	8 %	2011, 2019, 2022
Normativa oficial (ministerial / legal)	5	14 %	2017, 2021, 2023
Total	36	100 %	

La identificación de coincidencias claras en criterios relevantes como: mediación docente, planificación, TIC, evaluación, ambientes inclusivos, entre otros, induce el logro del criterio de *saturación teórica,* lo cual asegura que los hallazgos satisfacen de manera suficiente el objetivo de la investigación.

Una primera identificación de criterios tiene relación con los ejes de la gestión pedagógica, como se muestra en la Tabla 3.2.

Tabla 3.2. Ejes de la gestión pedagógica.

No.	Ejes de la gestión pedagógica	Autores que lo sostienen
1	Docente como mediador pedagógico y gestor del proceso de enseñanza-aprendizaje: Rol activo en la organización, conducción y evaluación del proceso de enseñanza-aprendizaje.	Díaz-Barriga y Hernández (2005), Pérez-Castellanos (2022), UNESCO (2019), Moreira y De la Peña (2022), Cueva (2020), Rojas et al., (2022), Bravo-Araníbar et al., (2020)
2	Gestión pedagógica basada en la reflexión y práctica colaborativa: Autoevaluación, análisis crítico y mejora de la práctica docente. Fortalecimiento del trabajo en equipo docente.	Díaz-Barriga y Hernández (2005), Cueva (2020), Bravo-Araníbar et al., (2020), Jiménez (2024)
3	Relación: Gestión pedagógica ←→ Calidad educativa: Impacto en aprendizajes, competencias y rendimiento académico. Vinculación con el desarrollo profesional docente.	Pérez-Castellanos (2022), Moreira y De la Peña (2022), Gudiño (2021), Jiménez (2024), Ávila (2019), UNESCO (2019)
4	Dimensiones de la gestión pedagógica: Curricular, Metodológica, Tecnológica, y, Emocional e interpersonal	Gudiño (2021), Rojas et al., (2022), Cueva (2020), Díaz-Barriga y Hernández (2005), Pérez-Castellanos (2022)
5	Planificación, Organización, Evaluación como procesos de la gestión pedagógica: Planificación pertinente, coherente y adecuada. Evaluación como proceso de mejora de la enseñanza y del aprendizaje. Evaluación como parte esencial de la gestión pedagógica para retroalimentar y mejorar la práctica.	Armijos (2024), Díaz-Barriga y Hernández (2005), Carriazo et al., (2020), Educrea (2016), Ávila (2019), Bravo-Araníbar et al., (2020), Jiménez (2024)

No.	Ejes de la gestión pedagógica	Autores que lo sostienen
6	Gestión pedagógica en Matemáticas: Dominio del contenido específico que imparte. Competencias docentes específicas, tales como: organizar, gestionar, evaluar. Interpretación y toma de decisiones pedagógicas.	Ávila (2019), Terigi (2013), Bravo-Araníbar et al., (2020), Jiménez (2024)
7	Ambientes de aprendizaje colaborativos e inclusivos: Clima emocional. Comunidades de aprendizaje. Trabajo en equipo.	Cueva (2020), Bravo-Araníbar et al., (2020), Jiménez (2024), UNESCO (2019), Díaz-Barriga y Hernández (2005)
8	Estrategias activas y TIC: Aprendizaje Basado en Problemas. Aprendizaje Basado en Proyectos. Aplicación de TIC. Aprendizaje Basado en Juegos. Simulaciones, etc. Contextualización de saberes.	Díaz-Barriga y Hernández (2005), UNESCO (2019), Jiménez (2024), Ramírez (2020), Gudiño (2021)

Se pudo identificar ocho criterios recurrentes, con los cuales, los autores mencionados definen la gestión pedagógica en la enseñanza de Matemáticas y Física; pues estos van desde el rol mediador del docente hasta el uso de estrategias activas mediadas por TIC, pasando por enfatizar la colaboración, reflexión, calidad educativa hasta reconocer la importancia de la planificación, organización y evaluación, como procesos de la gestión.

En cuanto a los argumentos que respaldan la necesidad de que el docente posea conocimientos y habilidades en gestión pedagógica, para soportar los procesos de planificación, organización, evaluación y liderazgo, así como la contribución de la gestión pedagógica en la formación de

comunidades de aprendizaje y en la práctica de una enseñanza situada y contextualizada, se obtuvieron los resultados mostrados en la Tabla 3.3.

Tabla 3.3. Contribución de la gestión pedagógica.

Eje de análisis	Contribución de la gestión pedagógica	Resultados identificados
Planificar, organizar, liderar y evaluar	Proporciona herramientas para una docencia intencionada y estratégica.	Mejora en las prácticas docentes y en los aprendizajes.
Desarrollar comunidades de aprendizaje	Fomenta ambientes colaborativos y la construcción conjunta del saber.	Mejora el rendimiento y el trabajo en equipo.
Favorecer la enseñanza reflexiva y adaptativa	Integra prácticas flexibles, activas y contextualizadas.	Optimiza el aprendizaje y la motivación.

Discusión

La literatura revisada reporta que uno de los factores fundamentales para optimizar la enseñanza y el aprendizaje en Matemáticas y Física, es la gestión pedagógica, además se resaltan varios criterios coincidentes.

En primer lugar, se destaca que la gestión pedagógica constituye un eje articulador en la labor del docente, que lo concibe como mediador pedagógico y gestor del proceso de enseñanza-aprendizaje, lo dota, además, de las herramientas necesarias para planificar, organizar, liderar y evaluar prácticas educativas de forma intencionada y estratégica; ello implica reconocer su importante rol, ya que es quien organiza, orienta y dinamiza estrategias metodológicas centradas en el estudiante y orientadas a alcanzar aprendizajes significativos

promoviendo ambientes organizados y propicios para el desarrollo de competencias en Matemáticas y Física (Díaz-Barriga y Hernández, 2005; Pérez-Castellanos, 2022; Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [UNESCO], 2019; Moreira y De la Peña, 2022; Cueva, 2020; Rojas et al., 2022; y, Bravo-Araníbar et al., 2020).

Dentro del Modelo Educativo Nacional, como marco orientador para la toma de decisiones pedagógicas, está previsto que el docente innove su praxis mediante la investigación-acción y la sistematización de sus prácticas, construyendo redes de conocimiento que conecten a los docentes en el trabajo interdisciplinario. De esta manera, el docente diseña su proceso de enseñanza-aprendizaje con un enfoque colaborativo y cooperativo, para generar experiencias que fomenten el aprendizaje significativo, fortaleciendo el diálogo, la reflexión, la metacognición y procesos de aprender y desaprender, lo que sugiere la importancia de la gestión pedagógica del docente (MINEDUC, 2023).

Los estudios de Ávila (2019), Terigi (2013) y Bravo-Araníbar et al., (2020) en el ámbito de la enseñanza de Matemáticas, demuestran que es importante que el docente domine no solo los contenidos disciplinares que imparte, sino también las competencias pedagógicas necesarias que le permitan gestionar adecuadamente los procesos de aprendizaje; mientras que en Física, se reconoce la importancia de las estrategias activas, el uso de TIC y la planificación adecuada para el desarrollo de habilidades científicas y resolución de problemas. El MINEDUC (2017) estipula como componentes de la gestión pedagógica, la enseñanza-aprendizaje, consejería estudiantil y refuerzo pedagógico, a través de los cuales busca garantizar en el desempeño profesional docente, la suficiencia de conocimientos disciplinares, la aplicación de estrategias metodológicas orientadas al logro de aprendizajes significativos y

los ambientes estimuladores que fomenten la participación activa de los estudiantes, en fin, garantiza procesos de gestión pedagógica significativos para la calidad educativa.

Asimismo, otro importante hallazgo plantea la necesidad de una gestión pedagógica reflexiva y colaborativa, asumida como una práctica de autoevaluación docente y fortalecimiento del trabajo en equipo que transforme las prácticas educativas (Cueva, 2020; Jiménez, 2024; y, Bravo-Araníbar et al., 2020). Este tipo de gestión tiene incidencia directa en la calidad educativa, ya que permite desarrollar competencias, mejorar el rendimiento académico y fortalecer las actitudes hacia el aprendizaje en ciencias (Pérez-Castellanos, 2022; Gudiño et al., 2021; Moreira y De la Peña, 2022; Jiménez, 2024; Ávila, 2019; y, UNESCO, 2019), lo cual es posible con prácticas efectivas que integren estrategias metodológicas como el aprendizaje colaborativo, el aprendizaje basado en proyectos, las simulaciones, la integración de las TIC, entre otras, consideradas esenciales en un proceso de gestión pedagógica que tiene como propósito optimizar el aprendizaje en ciencias (Ramírez, 2020).

La gestión pedagógica se fortalece cuando se orienta al uso de metodologías activas como el aprendizaje basado en problemas, la robótica educativa, el pensamiento computacional y la gamificación, todas ellas asociadas a procesos que requieren liderazgo, organización flexible y evaluación continua (Ramos y Núñez, 2024). Estos hallazgos confirman que la capacidad docente para liderar procesos educativos eficaces depende directamente de su formación y práctica en gestión pedagógica.

La innovación debe surgir de la reflexión docente y debe contar con el respaldo institucional, por lo que es importante que la gestión pedagógica se sostenga en políticas institucionales alineadas con políticas educativas

que favorezcan el cambio en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias (Soto-Zuluaga y Bustamante, 2025).

Implementar la gestión pedagógica como una práctica del docente implica que esta debe abordarse desde dimensiones integrales como la dimensión curricular, la metodológica, la tecnológica y la emocional. Estas dimensiones en su conjunto reflejan la complejidad de la enseñanza y la necesidad de gestionar de forma articulada los recursos, las estrategias y las interacciones que configuran los entornos educativos (Gudiño et al., 2021; Rojas et al., 2022; Cueva, 2020; Díaz-Barriga y Hernández, 2005; Pérez-Castellanos, 2022). La gestión pedagógica innovadora implica una adecuada articulación entre el currículo flexible, el uso didáctico de tecnologías, la integración del entorno social y cultural de los estudiantes y la creación de ambientes de confianza y diálogo, es decir, promover entornos de confianza (Soto-Zuluaga y Bustamante, 2025). Además, se deben fomentar prácticas pedagógicas que alineen el currículo, las metodologías y los recursos hacia el desarrollo de competencias científicas y matemáticas, diseñando ambientes de aprendizaje interdisciplinarios que integren tecnología y vinculen las ciencias y las matemáticas a situaciones reales y significativas para el estudiante (Ramos y Núñez, 2024).

Por otro lado, los pilares fundamentales de la gestión pedagógica son la planificación, organización y evaluación. Una adecuada planificación garantiza coherencia y continuidad en los procesos educativos, mientras que la evaluación permite retroalimentar la práctica para la mejora continua (Armijos, 2024; Carriazo et al., 2020; EDUCREA, 2016; Ávila, 2019; Bravo-Araníbar et al., 2020; y, Jiménez, 2024). Estos pilares son ampliamente valorados mediante los estándares educativos que evalúan la gestión escolar, el desempeño profesional docente y los aprendizajes en Matemáticas y Física, lo cual refuerza la importancia

de la planificación, la evaluación y la profesionalización docente (MINEDUC, 2017).

Para Soto-Zuluaga y Bustamante (2025), en el contexto de una efectiva gestión pedagógica, los docentes innovadores no aplican procesos tradicionales de evaluación basados en exámenes memorísticos; en su defecto, priorizan la evaluación continua y formativa mediante proyectos y/o productos concretos que integran inteligencias múltiples y creatividad y revelan de manera objetiva, precisa y clara, el nivel de aprendizajes logrados por el estudiante.

En el ámbito específico de la enseñanza de las Matemáticas, la gestión pedagógica está directamente vinculada al dominio del contenido y las competencias específicas del docente, quien debe ser capaz de interpretar, organizar y evaluar las situaciones didácticas en el aula, integrando el conocimiento teórico con estrategias prácticas como la resolución de problemas y la observación profesional de las interacciones (Ávila, 2019; Terigi, 2013; Bravo-Araníbar et al., 2020; y, Jiménez, 2024). De esta manera, demuestra que su rol como docente es vital para la innovación educativa, pues no solo constituye un transmisor de contenidos, sino que principalmente es un mediador de experiencias de aprendizaje que fomenta la curiosidad, el pensamiento crítico y la resolución de problemas, haciendo que el estudiante se apropie de su aprendizaje (Soto-Zuluaga y Bustamante, 2025).

A criterio de Ramos y Núñez (2024), el docente como facilitador y mediador de experiencias activas, debe crear contextos para que los estudiantes exploren, experimenten y resuelvan problemas auténticos; favoreciendo la reflexión e interdisciplinariedad (ciencia, matemáticas y tecnología); esto potencia los ambientes inclusivos, colaborativos y motivadores; evidenciando la gestión pedagógica del docente.

En este sentido, se enfatiza el uso de estrategias didácticas activas y la generación de ambientes colaborativos e inclusivos como condiciones esenciales para el aprendizaje efectivo. Estas estrategias incluyen proyectos, juegos, simulaciones y el uso de TIC, mientras que el ambiente colaborativo propicia un clima emocional positivo y comunidades de aprendizaje que enriquecen la práctica docente (Díaz-Barriga y Hernández, 2005; UNESCO, 2019; Jiménez, 2024; Cueva, 2020; Bravo-Araníbar et al., 2020); la evidencia empírica confirma que una gestión pedagógica consciente y planificada contribuye a la construcción de comunidades de aprendizaje donde la colaboración, el trabajo en equipo y la reflexión compartida, son prácticas constantes.

Una gestión pedagógica innovadora con enfoque STEM se basa en metodologías activas y prácticas colaborativas, tales como: el Aprendizaje Basado en Proyectos, la investigación escolar, el trabajo colaborativo, la resolución de problemas y el uso de entornos cotidianos cercanos como recursos de aprendizaje, lo cual corrobora que las metodologías activas no solo promueven aprendizajes más profundos, sino también habilidades sociales y emocionales (Soto-Zuluaga y Bustamante, 2025); siendo así, que la adecuada práctica docente constituye un aspecto fundamental para mejorar la enseñanza y despertar la motivación del estudiante, en áreas como la matemática en la que se hace imprescindible el desarrollo de formas de pensamiento que le permitan al estudiante interpretar y comunicarse matemáticamente en situaciones cotidianas, con elevados niveles de asertividad (Suárez et al., 2023).

Ramos y Núñez (2024) evidenciaron en su investigación que las estrategias activas vinculadas a un enfoque STEM fortalecen el aprendizaje, tanto de matemáticas como de ciencias; estas estrategias son: robótica educativa, pensamiento computacional y programación,

aprendizaje basado en problemas y gamificación; pues, comprobaron que mejoran el desempeño de los estudiantes en Matemáticas, Física y Ciencias Naturales, dado que se fortalecieron habilidades de pensamiento lógico, resolución de problemas y capacidad de trabajar en equipo y colaborar; por lo tanto, las estrategias didácticas activas, bien planificadas e implementadas, son parte esencial de la gestión pedagógica en estas áreas.

En los últimos años, la gestión pedagógica en las áreas STEM, particularmente en Matemáticas y Física, ha orientado sus esfuerzos hacia prácticas pedagógicas que integran la resolución de problemas, el aprendizaje colaborativo y la utilización de tecnologías digitales como herramientas para mejorar los procesos de enseñanza-aprendizaje. Estas tendencias refuerzan la importancia de considerar al docente como un gestor de ambientes dinámicos e inclusivos, donde la mediación pedagógica favorezca el desarrollo de competencias, el pensamiento crítico y la participación activa de los estudiantes. Este enfoque converge con los hallazgos de la presente revisión, en tanto que confirma que la planificación, la evaluación formativa, el trabajo colaborativo y las estrategias activas constituyen elementos esenciales en la gestión pedagógica actual. Además, la articulación entre planificación, estrategias activas y gestión de ambientes colaborativos tiene un impacto directo en la mejora del rendimiento académico y en el desarrollo de competencias científicas y matemáticas.

Implementar el enfoque STEM en el proceso de enseñanza-aprendizaje de Matemáticas y Física impacta directamente en los procesos de gestión pedagógica, debido a que favorece la gestión de aulas más activas, inclusivas y colaborativas; promueve un liderazgo docente basado en la innovación y el trabajo interdisciplinario; incide en la calidad de la enseñanza de estas disciplinas al priorizar competencias reales,

resolución de problemas, creatividad y pensamiento crítico (Ramos y Núñez, 2024).

El análisis documental ratifica que la gestión pedagógica, cuando es asumida como un proceso integrado en la práctica docente, favorece enfoques de enseñanza más reflexivos, flexibles y adaptados a las necesidades y contextos de los estudiantes. En este sentido, el enfoque STEM promueve ambientes de aprendizaje interdisciplinarios que integran ciencia, tecnología y matemáticas con situaciones reales, lo que impulsa la flexibilidad, la adaptación y la pertinencia pedagógica (Ramos y Núñez, 2024).

Estos resultados permiten afirmar que la gestión pedagógica es un constructo complejo y multifacético que articula conocimientos disciplinares, metodológicos, tecnológicos y socioemocionales, los cuales se tornan esenciales para garantizar aprendizajes significativos y pertinentes en la enseñanza de Matemáticas y Física.

En síntesis, se evidencia que la gestión pedagógica es un componente básico para promover aprendizajes significativos y competencias científicas. La planificación estratégica, la mediación pedagógica, el uso de tecnologías y la construcción de ambientes colaborativos son elementos esenciales que contribuyen al fortalecimiento del proceso educativo en las disciplinas de Matemáticas y Física.

Conclusiones

Los resultados evidencian que los conocimientos y habilidades en gestión pedagógica constituyen una herramienta fundamental para fortalecer la labor docente, pues permiten que los profesores planifiquen, organicen, lideren y evalúen procesos educativos de manera más coherente y

estratégica, como resultado de su rol de mediadores pedagógicos y gestores de los procesos de enseñanza-aprendizaje.

La gestión pedagógica proporciona al docente herramientas concretas para planificar, organizar y evaluar prácticas efectivas, fortaleciendo su capacidad de liderazgo pedagógico en entornos colaborativos.

Los resultados muestran que una gestión pedagógica bien estructurada no solo organiza el trabajo de aula y fomenta el aprendizaje individual, sino que, además, crea las condiciones necesarias para fomentar comunidades de aprendizaje, donde la colaboración, la reflexión y la construcción conjunta del conocimiento, son prioridad para lograr importantes impactos en los resultados institucionales y estudiantiles.

Los estudios revisados sugieren que una gestión pedagógica consciente e integrada favorece prácticas docentes más reflexivas, flexibles y adaptativas, lo que permite una mejor respuesta a las necesidades y contextos reales de los estudiantes.

Limitaciones y trabajos futuros

Una de las principales limitaciones del estudio radica en el idioma, dado que la revisión se centró mayoritariamente en idioma español. Esta restricción pudo haber excluido literatura relevante publicada en otros idiomas, particularmente en inglés.

En cuanto a las proyecciones para futuras investigaciones, se recomienda ampliar el alcance de la revisión mediante un protocolo que permita mayor sistematicidad en el proceso de selección de estudios, como PRISMA. También se podrían incorporar bases de datos como: ERIH PLUS, Scopus, y/o Web of Science.

Referencias bibliográficas

Armijos, L. (2024). *Gestión pedagógica en el proceso de enseñanza aprendizaje de la asignatura de Física en Bachillerato General Unificado [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de Loja]*. https://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/29353

Ausubel, D. (1980). *Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo. Editorial Trillas S.A. Primera edición en español. Segunda reimpresión.* https://n9.cl/uapmmf

Ávila, A. (2019). Resolver, planear, mirar y decidir: Competencias fundamentales del profesor de matemáticas. En E. Badillo, N. Climent, C. Fernández y M.T. González (Eds.), *Investigación sobre el profesor de matemáticas: formación, práctica de aula, conocimiento y competencia profesional. Ediciones Universidad Salamanca.* https://hdl.handle.net/10045/152953

Bravo-Araníbar, J., Bocángel-Weydert, G. y Bocángel-Marín, G. (2020). Gestión pedagógica y el rendimiento escolar en el área de matemática. *Revista Investigación Valdizana, 14(1), 48-54.* https://doi.org/10.33554/riv.14.1.535

Carriazo, C., Pérez, M. y Gaviria, K. (2020). Planificación educativa como herramienta fundamental para una educación con calidad. *Utopía y Praxis Latinoamericana, 25(3), 87-94.* https://doi.org/10.5281/zenodo.3907048

Cisneros, J. y Simón, N. (2019). Formación en comunidades de aprendizaje del profesorado en Castilla-La Mancha. En M. Clemente y J. Moreno (Coords.). *Inseguridades y desigualdades en sociedades complejas. Editorial UNO.* https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8237379

Cueva, A. (2020). Trabajo colaborativo docente y su impacto en la gestión pedagógica. *Ciencia y Educación 1(1), 19-24.* https://doi.org/10.48169/Ecuatesis/0101202002

Díaz, F. y Hernández, G. (1998). *Estrategias de enseñanza para la promoción de aprendizajes significativos. McGraw-Hill.* https://n9.cl/pxm5c

Díaz-Barriga, F. y Hernández, G. (2005). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo, una interpretación constructivista. Segunda edición. McGraw-Hill Interamericana Editores, S.A. de C.V.* https://n9.cl/coosq

EDUCREA. (2016). *Convivencia Educativa. Planificación Educativa: Pasos clave para el éxito.* https://n9.cl/k7h9r

Flecha, R. y Puigvert, L. (2016). Las comunidades de aprendizaje: una apuesta por la igualdad educativa. Revista de Estudios y Experiencias en Educación, 1(1), 11-20. https://www.rexe.cl/index.php/rexe/article/view/279

García, J. (2004). La administración y gestión educativa: Algunas lecciones que nos deja su evolución en México y Estados Unidos. *Revista Interamericana de Educación de Adultos, 1, 11-50.* https://n9.cl/11xd8

García, J. M. (2011). La enseñanza de la gestión educativa: estrategias para mejorarla. En: Alicia Rivera y Miguel Ángel Zabalza (Eds.). *Trayectoria y configuración de la didáctica universitaria. Espacios, prácticas y actores. México: Editorial Domzen.* https://www.researchgate.net/publication/315778521

Gudiño, A., Acuña, R. y Terán, V. (2021). Mejora del aprendizaje desde la óptica de la gestión pedagógica. *Revista Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores, 8(2 Edición Especial).* https://doi.org/10.46377/dilemas.v8i.2583

Jiménez, S. (2024). Gestión pedagógica en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las Matemáticas. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 8(6), 5031-5052.* https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i6.15228

Ley Orgánica Reformatoria de la Ley Orgánica de Educación Intercultural de 2021. Cuyo objeto es normar el Sistema Nacional de Educación con una visión intercultural y plurinacional, con total respeto a los derechos de las comunidades, pueblos y

nacionalidades. 19 de abril de 2021. R.O. No. 434. https://n9.cl/9mp2om

Lliguin, A., Aman, D., Echeverría, Á. y Castillo, C. (2024). Programa de Formación Continua en Metodologías Activas para mejorar la Gestión Pedagógica en Básica Superior. *Revista Scientific, 9(Ed. Esp. 2), 20–41*. https://doi.org/10.29394/Scientific.issn.2542-2987.2024.9.E2.1.20-41

López, M. (2017). La Gestión pedagógica. Apuntes para un estudio necesario. *Dominio de las Ciencias, 3(1), 201-215*. https://doi.org/10.23857/dc.v3i1.384

Ministerio de Educación de Ecuador. (2017). Manual para la implementación y evaluación de los Estándares de Calidad Educativa. Gestión Escolar, Desempeño Profesional Directivo y Desempeño Profesional Docente. https://educacion.gob.ec/desempeno-del-docente/

Ministerio de Educación de Ecuador. (2021). *Instructivo para la aplicación de la evaluación estudiantil. [Documento en línea]. Instructivo para la Evaluación Estudiantil.* https://n9.cl/b6pyw

Ministerio de Educación de Ecuador. (2023). Modelo Educativo Nacional. Hacia la transformación educativa. https://n9.cl/z7eov

Ministerio de Educación. (2021). *Guía de apoyo para los docentes en la implementación de metodología STEM – STEAM.* https://n9.cl/9al2a

Moreira, S. y De la Peña, G. (2022). Análisis de la Gestión Pedagógica y su incidencia en el proceso de enseñanza y aprendizaje. *Dominio de las Ciencias, 8*(3), 569-587. https://doi.org/10.23857/dc.v8i3.2826

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico [OECD]. (2023), *PISA 2022 Results (Volume I): The State of Learning and Equity in Education*, PISA, OECD - Paris, https://doi.org/10.1787/53f23881-en

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [UNESCO]. (2019). *Marco de competencias de los docentes en materia de TIC UNESCO. Editorial UNESCO.* https://n9.cl/5y8ye

Paredes, J. y Sanabria, W. (2015). Ambientes de aprendizaje o ambientes educativos. "Una reflexión ineludible". *Revista de Investigaciones, 15(25), 144-158.* http://dx.doi.org/10.22383/ri.v15i1.39

Pérez-Castellanos, E. (2022). Competencias para la práctica docente de la didáctica especial en Matemáticas y Física: escenario formativo. *Polo del Conocimiento, 7(4).* https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/3904/html

Ramírez, L. (03 de febrero de 2020). *Profesionalización docente: Competencias en el siglo XXI. https://observatorio.tec.mx/edu-bits-blog/profesionalizacion-docente-competencias-siglo-xxi/*

Ramos, J. y Núñez, L. (2024). Enfoque STEM para desarrollar habilidades de resolución de problemas y su impacto en la gestión académica. Revista IVECOM, 4(2), 1-20. https://doi.org/10.5281/zenodo.10642059

Rodríguez, J. (2012). Comunidades de aprendizaje y formación del profesorado. *Revista Tendencias pedagógicas, (19), 67-86.* https://doi.org/10.15366/tp2012.19.005

Rodríguez, A. y Pérez. A. (2017). Métodos científicos de indagación y de construcción del conocimiento. *Revista Escuela de Administración de Negocios, 82, 179-200.* https://doi.org/10.21158/01208160.n82.2017.1647

Rojas, S., Narro, M., Leiva, D. y Bejarano, P. (2022). La gestión pedagógica docente a partir de la virtualidad. *Ciencia Latina Revista Multidisciplinar, 6(2), 3834-3847.* https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i2.2132

Salazar, M. (2022). *Organización y dirección educativa, elementos conceptuales y el trabajo en equipo en la formación de comunidades de aprendizaje [Tesis de licenciatura no publicada, Universidad Nacional de Loja]*. https://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/25517

Soto-Zuluaga, A. y Bustamante, M. (2025). La innovación educativa desde un enfoque STEM. Una mirada a las disposiciones didácticas de los docentes. *European Public & Social Innovation Review, 10, 1-17*. https://doi.org/10.31637/epsir-2025-1276

Suárez, J., Canto, J. y Fernández, F. (2023). La enseñanza de las Matemáticas y el Aprendizaje Basado en Proyectos: Hacia una didáctica inclusiva. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 7(3), 3423-3448.* https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i3.6416

Terigi, F. (2013). *VIII Foro Latinoamericano de Educación: saberes docentes: qué debe saber un docente y por qué. Fundación Santillana.* https://hdl.handle.net/20.500.12799/4899

Capítulo 4

El ciclo de aprendizaje ERCA en el proceso de enseñanza-aprendizaje de Matemáticas

Karina Alejandra Ruiz Peralta
Universidad Nacional de Loja, Facultad de la Educación, el Arte y la Comunicación, Loja, Ecuador
karuizp@unl.edu.ec

Maricela Anahi Duta Duta
Universidad Nacional de Loja – Alumni, Loja, Ecuador
maricela.duta@unl.edu.ec

Resumen

La presente investigación se desarrolló a partir de la necesidad de analizar la puesta en práctica de ciclos de aprendizaje para la enseñanza y aprendizaje de las Matemáticas. El objetivo consistió en analizar la implementación del ciclo de aprendizaje ERCA en una unidad educativa de la ciudad de Loja. Se utilizó un enfoque cuantitativo con un alcance descriptivo y de diseño transversal. Se aplicaron las técnicas de encuesta y observación sistemática, a través de un cuestionario dicotómico y una lista de cotejo estructurada por las fases del ciclo ERCA. La muestra estuvo conformada por un total de 78 estudiantes y 3 docentes, quienes fueron seleccionados mediante muestreo por conveniencia. Los resultados evidencian limitaciones en las fases de experiencia y reflexión, así como niveles moderados en la conceptualización y aplicación. Se concluye que existe un uso parcial del ciclo ERCA, vinculándose con limitaciones en la planificación didáctica y con la integración de estrategias pedagógicas contextualizadas.

Palabras clave: Ciclo de aprendizaje, enseñanza, estrategias didácticas.

Introducción

Ruiz-Peralta y Reyes-Acaro (2025) mencionan que la enseñanza de Matemáticas no solo se encarga de formar al hombre mentalmente, sino que además interviene en su desarrollo personal de habilidades, creencias, valores y hábitos que le serán útiles para su desenvolvimiento dentro de una sociedad cambiante; asimismo, Torres Zambrano y Rincón Rueda (2024) manifiestan que en el proceso educativo es necesario crear experiencias prácticas en los estudiantes para que puedan desarrollar habilidades. Tanto el docente como el estudiante actúan como agentes protagonistas, de manera que, participan activamente en la construcción del conocimiento, por tal motivo, los educadores se ven en la necesidad de buscar estrategias más acordes que permitan lograr un proceso educativo armónico y eficaz, las cuales sean capaces de orientar la formación del estudiante.

Actualmente, una estrategia metodológica interesante es la implementación de ciclos de aprendizaje en las aulas de clase. Lawson (1994) define al ciclo de aprendizaje como un "método de enseñanza que pretende ser consistente con la manera como la gente construye espontáneamente el conocimiento" (p. 165). Es decir, este enfoque busca que las personas desarrollen su conocimiento de manera natural y espontánea, con la finalidad de mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje. Es así como, se planteó la siguiente pregunta de investigación: ¿cómo se implementa el ciclo de aprendizaje ERCA en el proceso de enseñanza-aprendizaje de Matemáticas en una unidad educativa de la ciudad de Loja?

Revisión de literatura

El ciclo de aprendizaje ERCA es una metodología que se utiliza para planificar las clases de mejor manera; este ciclo se basa en la teoría de Piaget y el modelo de aprendizaje propuesto por David Kolb. De acuerdo con el Ministerio de Educación del Ecuador (2016), este ciclo de aprendizaje pretende que los alumnos sean quienes construyan su propio conocimiento, vinculando el contexto con las vivencias y experiencias del educando. El ciclo se compone de cuatro fases: Experiencia, Reflexión, Conceptualización y Aplicación.

En el curso Laboratorio de Matemáticas a nivel universitario, Herrera-Castrillo y Hernández (2023) presentan los resultados de la aplicación del modelo heurístico "DONALD" en una muestra de 36 estudiantes de la carrera de Matemáticas de la UNAN-Managua. El estudio se enmarca en un enfoque mixto de tipo descriptivo, orientado al análisis de habilidades y destrezas desarrolladas mediante el uso de software, aplicaciones y sitios educativos. Entre sus principales conclusiones, se destaca que una secuencia didáctica organizada por fases, apoyada en instancias presenciales y mediada por recursos tecnológicos, así como en la estructuración de actividades educativas conforme al modelo propuesto, contribuye de manera significativa a la formación intelectual del estudiante. Este antecedente resulta relevante para la presente investigación, en tanto evidencia el interés por implementar modelos de enseñanza estructurados por etapas en la enseñanza de la Matemática, en coherencia con la lógica cíclica del modelo ERCA.

Por su parte, Herrera-Castrillo (2025) plantea la metodología de aprendizaje por competencias denominada JeHe, implementada en el grado de Física-Matemática de la UNAN-Managua/CUR-Estelí, con la participación de 75 estudiantes, 6 docentes y 1 coordinadora de carrera. El estudio adopta un enfoque mixto y emplea métodos teóricos, empíricos y estadísticos. Su objetivo es promover en los estudiantes el desarrollo

de competencias genéricas *matemáticas, lógicas y tecnológicas* y competencias específicas vinculadas a contenidos teóricos, mediante el uso de tecnologías como dinamizadoras del aprendizaje. Los resultados evidencian que una organización estructurada por competencias contribuye de forma significativa al aprendizaje en asignaturas de Física y Matemática en educación superior. Este aporte guarda relación con la presente investigación, al reforzar la importancia de incorporar modelos de enseñanza organizados y sistemáticos, como el modelo ERCA, orientados al desarrollo de competencias y al logro de aprendizajes significativos en el área de Matemática.

Experiencia

Chila Ortiz et al., (2023) consideran que es importante tener conocimientos previos para desarrollar nuevos conocimientos, puesto que en esta primera fase del proceso de aprendizaje se relacionan los conocimientos, saberes y especialmente las experiencias de los estudiantes con los temas de estudio. En otras palabras, la experiencia obtenida por los alumnos a través de su vivencia diaria en los diferentes ámbitos se podría relacionar con los nuevos temas de estudio para una mejor comprensión del nuevo contenido, ya que se procede a analizar y reflexionar dicha experiencia, logrando así un aprendizaje significativo en los estudiantes. Existen diversas estrategias para llevar a cabo esta fase del ciclo, algunas de estas son: investigación con preguntas guiadas, lluvia de ideas, proyección de videos, evaluación entre pares, aula invertida, entre otras.

Reflexión

Herrera (2023) menciona que los docentes son los principales encargados de desarrollar situaciones y actividades enriquecedoras de aprendizaje, que deben realizarse en el aula de clases; para ello, dentro del plano didáctico es necesario despertar el interés y la voluntad de aprender

en el estudiante. Esta fase es clave para que el estudiante reflexione y relacione los contenidos por abordar con situaciones que tienen lugar en el mundo que lo rodea y así dar un valor significativo a su propio aprendizaje.

Además, Casasola (2020) en su investigación plantea la importancia de plantear alternativas didácticas innovadoras con el fin de motivar y mejorar el rendimiento de los estudiantes; esto implica la utilización de material didáctico y recursos apropiados para involucrar y generar autonomía en su propio aprendizaje. De igual manera, estas actividades se centran en el estudiante y buscan que el estudiante reflexione sobre los contenidos por abordar, no solo se trata de la memorización de conceptos, más bien, es la consolidación de habilidades y destrezas que le permitan desarrollarse libremente en el contexto social en el cual se encuentre.

El Ministerio de Educación de Ecuador (2016) menciona que la fase correspondiente a la reflexión debe ser realizada con una situación comunicativa relacionada con la realidad y plantea actividades como lecturas científicas o informativas, videos, gráficos o situaciones problemáticas, debates, conversatorios, foros; con la finalidad de introducir y relacionar los conocimientos previos con el desarrollo de la temática de estudio planteada. Dichas actividades deben ser planteadas con relación a la necesidad y los objetivos por alcanzar, sin olvidar el tema de estudio, relacionando adecuadamente la implementación de estos recursos.

Conceptualización

De acuerdo con Galeano (2023), esta fase permite retomar las ideas principales que los estudiantes generaron durante las fases de experiencia y reflexión, asimismo, los docentes deben compartir conceptos,

teorías e información pertinente y relevante con la temática estudiada, además los conocimientos impartidos deben permitir a los estudiantes adquirir nuevas capacidades de desempeño y acción. Esta fase resulta imprescindible para lograr el aprendizaje requerido, así como para la comprensión significativa de los conceptos y la integración de estos en el conocimiento del estudiante.

Idrovo-Ortiz (2019) menciona las siguientes estrategias pedagógicas para llevar a cabo la fase de conceptualización: presentación de conceptos clave, discusiones, actividades de análisis, ejemplos con casos prácticos, conferencia magistral, resolución de problemas y fomento del pensamiento crítico.

Aplicación

Rodríguez Arteaga (2017), en su investigación, menciona que esta fase es el cierre del ciclo en donde los estudiantes, tras adquirir nuevos conocimientos y habilidades, están listos para resolver problemas y son capaces de relacionar los contenidos adquiridos con sus contextos reales y cotidianos, es decir, el aprendizaje es permanente. Cada fase tiene su característica en específico como son experimentar, reflexionar, pensar y hacer, para comprobar que la experiencia es eficaz se debe estar preparado para "sentir" y "hacer" en donde se utilizan diversas estrategias para su procesamiento; resaltando que las personas tienen diferentes formas de aprendizaje.

En este sentido, el docente debe aplicar diversas metodologías y formas de enseñanza para lograr que los estudiantes sean sujetos activos. Defaz (2020) afirma que las TIC son herramientas necesarias para que los estudiantes logren la concreción de los contenidos en las diferentes áreas de estudio, desarrollando las clases de una manera más dinámica y participativa atendiendo a los diversos estilos de aprendizaje de estos,

relacionándolos con el currículo y el modelo constructivista a través de las teorías y los métodos de enseñanza aplicados.

Por otra parte, Ruiz (2022) afirma que para la consolidación de los aprendizajes es necesario implementar tareas de forma motivadora en donde se planteen situaciones y problemas reales adaptados a los diferentes estilos de aprendizaje de los estudiantes con la finalidad de aumentar la autonomía de los mismos al momento de resolver los ejercicios, usando diferentes métodos, materiales y recursos, logrando aumentar el pensamiento crítico y autónomo lo cual se garantiza a través de las evaluaciones que se les realiza.

Asimismo, Silva (2020) manifiesta que, para analizar si el alumnado se siente cómodo con lo que aprende y está dispuesto a indagar y cuestionar los contenidos que el docente presenta se recurre a diferentes actividades, donde se ponen en evidencia los conocimientos de los mismos como son: el desarrollo de proyectos, trabajo en equipo, uso de herramientas multimedia, entre otros, lo que permite al docente corregir e ir mejorando las estrategias que utiliza, le ayuda a tomar decisiones en cuanto a hacer modificaciones a su trabajo dentro del aula y evita el fracaso escolar; dentro de la evaluación en la metodología ERCA han añadido criterios como la responsabilidad, creatividad, participación y puntualidad en donde la evaluación no solo es sumativa sino también formativa.

Metodología

Participantes

Este trabajo tomó como población a los estudiantes y docentes de Matemáticas de Bachillerato General Unificado de una unidad educativa de la ciudad de Loja, la cual estuvo constituida por 3 docentes que imparten dicha asignatura y 98 estudiantes.

En el caso de los docentes, se trabajó con la totalidad de la población. Para la selección de los estudiantes, se empleó un muestreo no probabilístico por conveniencia y se determinó el tamaño de la muestra mediante la ecuación para poblaciones finitas, considerando un margen de error del 5 % y un nivel de confianza del 95 %, lo que dio como resultado una muestra de 78 estudiantes. En la Tabla 4.1 se presenta el detalle correspondiente a la muestra estudiantil.

Tabla 4.1. Detalle de los participantes del estudio.

Curso / paralelo	Muestra de estudiantes
Primero "A"	28
Segundo "A"	19
Segundo "B"	14
Tercero "A"	17
Total	78

Instrumentos

Para la recolección de información en la institución, se utilizaron los siguientes instrumentos:

- Cuestionario dicotómico (15 ítems) dirigido a estudiantes, organizado por fases del ciclo ERCA.
- Lista de cotejo para observación áulica, estructurada con criterios específicos para cada fase.

La validez de contenido se estableció mediante juicio de expertos, con un total de cinco expertos que revisaron y validaron los instrumentos utilizados.

Procedimientos

El procedimiento para llevar a cabo la investigación dio inicio con las gestiones correspondientes para poder recibir las autorizaciones pertinentes desde la unidad educativa, lugar en el que se ejecutó el estudio.

Posteriormente, a los docentes de Matemática de Bachillerato General Unificado se les solicitaron las planificaciones microcurriculares, con la finalidad de revisar la existencia de las actividades que estuvieran vinculadas con las fases que conforman el ciclo ERCA.

Entonces, se procedió a aplicar la encuesta a los estudiantes seleccionados y se realizó la observación áulica a los tres docentes participantes. En total se ejecutaron nueve observaciones, distribuidas en tres sesiones por cada uno de ellos. La lista de cotejo evaluaba criterios específicos de cada una de las fases del ciclo: en experiencia, la activación de los conocimientos previos y la vinculación con situaciones cercanas al estudiante; en reflexión, el análisis de la experiencia y la formulación de preguntas orientadoras; en conceptualización, la explicación y organización del contenido matemático; y en aplicación, la resolución de ejercicios o problemas vinculados con lo aprendido.

La aplicación de los instrumentos fue llevada a cabo por las investigadoras. Para mitigar sesgos y garantizar los criterios de aplicación, se utilizó la misma lista de cotejo para las diversas observaciones, se mantuvieron criterios homogéneos de registro hasta el final del proceso y se confrontó la información obtenida en las encuestas con los datos recogidos mediante la observación áulica.

Análisis de datos

El estudio tuvo un alcance descriptivo, orientado a identificar las características de la implementación del ciclo ERCA en el proceso de enseñanza-aprendizaje. El diseño fue transversal, ya que la recolección de datos se realizó en un único momento.

Para el análisis de la información se utilizó Microsoft Excel. En el caso del cuestionario aplicado a los estudiantes, se calcularon frecuencias absolutas y porcentajes por cada ítem, considerando su naturaleza

dicotómica (cumple / no cumple). Posteriormente, los resultados fueron agrupados según las cuatro fases del ciclo ERCA (experiencia, reflexión, conceptualización y aplicación), lo que permitió obtener una visión global del nivel de cumplimiento en cada una de ellas.

En cuanto a la lista de cotejo aplicada a los docentes, se siguió el mismo procedimiento de análisis, calculando porcentajes de cumplimiento por criterio observado y su posterior agrupación por fase del ciclo. Finalmente, se realizó una comparación entre los resultados obtenidos en la encuesta y la observación áulica, con el fin de identificar coincidencias y diferencias en la implementación del ciclo ERCA.

Resultados

La Figura 4.1 muestra los datos obtenidos de las encuestas realizadas a cuatro paralelos de Bachillerato en cuanto a la implementación del ciclo ERCA, donde se pueden evidenciar los siguientes resultados.

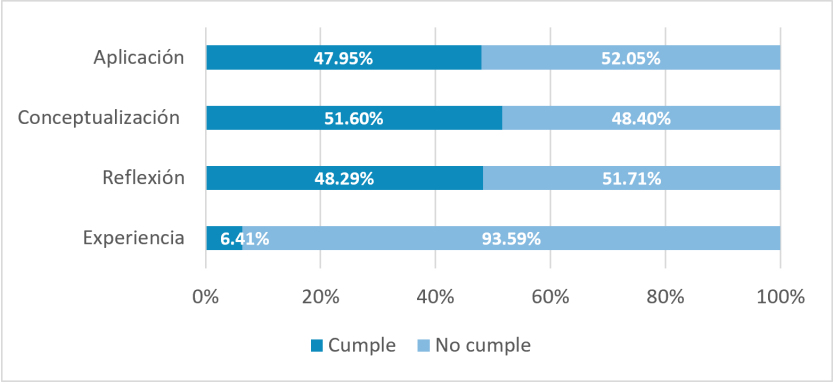


Figura 4.1. Resultados de la encuesta aplicada a estudiantes (*n* = 78). Nota. Elaboración propia.

La Figura 4.1 expone los resultados obtenidos de la encuesta realizada a 78 estudiantes de cuatro paralelos de Bachillerato en relación con la implementación de ERCA. En la fase de *aplicación*, el 47,95 % de los

encuestados menciona que se cumple con la implementación, mientras que un 52,05 % sostiene que no se cumple con la misma, evidenciando un predominio de respuestas negativas. En la fase de *conceptualización*, un 51,60 % indica que sí se cumple, y el 48,40 % restante considera que no hay cumplimiento, lo que demuestra un resultado prácticamente equilibrado con una ligera tendencia positiva. La fase de *reflexión* presenta un comportamiento similar, donde un 48,29% percibe que se cumple, mientras que un 51,71% no percibe cumplimiento, evidenciando una vez más el patrón de resultados divididos. La fase más desfavorable es la de *experiencia*, donde el 6,41% afirma que se cumple y el 93,59% restante que no se cumple, siendo el resultado más contrario de toda la encuesta. En términos generales, los resultados revelan que la percepción que tienen los estudiantes sobre la implementación de ERCA es mayoritariamente negativa, y que en la fase de Experiencia el porcentaje de no cumplimiento está por encima de las otras fases. Las fases de Aplicación, Conceptualización y Reflexión gozan de distribuciones cercanas al 50 %, evidenciando una implementación inconsistente o parcial que es percibida por los estudiantes.

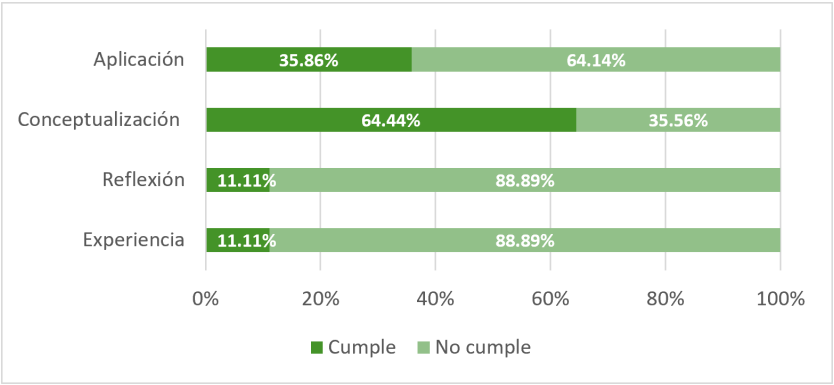


Figura 4.2. Resultados de la lista de cotejo aplicada a docentes (n = 3). Nota. Elaboración propia.

La Figura 4.2 refleja la observación áulica realizada, con un total de nueve observaciones aplicadas a tres docentes que imparten la asignatura de Matemáticas en Bachillerato General Unificado, a continuación, los resultados.

Los resultados de las nueve observaciones áulicas a tres docentes que imparten la asignatura de Matemáticas en Bachillerato General Unificado, que se presentan en la Figura 4.2 muestran que en la fase de Aplicación el 35,86 % de las observaciones están registradas como cumplimientos y el 64,14% como incumplimientos. La fase que presenta una disposición más favorable es la de Conceptualización, donde se alcanzan cumplimientos en el 64,44 % de las observaciones y el 35,56 % de las observaciones se etiquetan como incumplimientos; es así que únicamente esta fase representa la única con resultados favorables. La fase de Reflexión presenta un cumplimiento muy escaso del 11,11 %, con un 88,89 % de incumplimiento, y la fase de Experiencia reproduce exactamente estos mismos resultados: 11,11 % de cumplimiento, y 88,89 % de incumplimiento. Estos resultados evidencian que la práctica docente presenta importantes debilidades en la implementación de ERCA, en especial en las fases de Reflexión y Experiencia donde el incumplimiento supera el 88 %. En el caso de la fase de Conceptualización se obtienen resultados con cierta positividad, y la Aplicación, así como las dos fases restantes, manifiestan que el modelo no se está desenvolviendo de forma global en el aula. Por ello, será necesario reforzar la formación docente en las fases de cierre y de transferencia del aprendizaje.

La Tabla 4.2 permite contrastar lo que los estudiantes perciben de la práctica docente observada en las diferentes fases del modelo ERCA. En la fase de *aplicación* existe una brecha de 12,09 puntos porcentuales entre

ambas fuentes (47,95 % vs. 35,86 %), lo que sugiere que los estudiantes perciben un cumplimiento más adecuado del que la observación, de hecho, en el aula muestra, indicando una implementación superficial de esta fase, caracterizada por una escasa y frágil percepción de esta fase. En la fase de *conceptualización*, se encuentra el único caso en que la observación de aula se sitúa por encima de la percepción del estudiante (64,44 % vs. 51,60 %), lo que podría interpretarse como que los docentes desarrollan esta fase con una mayor competencia o profesionalidad que lo que los estudiantes logran identificar o valorar. La fase de *reflexión* presenta la brecha más severa del conjunto de comparaciones, de tal manera que, el 48,29 % de los estudiantes indica que esta fase se cumple, la observación de aula registra apenas un 11,11 % de cumplimiento, esta diferencia de 37,18 puntos porcentuales se considera la más alarmante del análisis, evidenciando que, aunque los estudiantes tienen cierta percepción de que la reflexión ocurre, en la práctica docente esta fase escasamente se desarrolla.

Tabla 4.2. Resultados comparativos de los instrumentos.

Fase	Cumplimiento encuestas	Cumplimiento observación
Experiencia	6,41 %	11,11 %
Reflexión	48,29 %	11,11 %
Conceptualización	51,60 %	64,44 %
Aplicación	47,95 %	35,86 %

La fase de *experiencia* presenta los resultados más pobres en ambas fuentes de información: 6,41 % en la encuesta y 11,11 % en la observación, con una mínima diferencia entre ellas. Se llega, pues, a la afirmación de que la fase de aplicación es la más descuidada en la implementación del ERCA y todo ello en ambas visiones: la del estudiante y la de la práctica docente observada en el aula.

Por lo tanto, el análisis evidencia que el modelo ERCA no está siendo implementado en toda su extensión. Las fases de *aplicación y conceptualización* son las que muestran niveles de cumplimiento más aceptables, mientras que las fases de *reflexión y experiencia* presentan déficits críticos en ambas fuentes de información. Este tipo de datos evidencia que la práctica pedagógica en el aula tiende a priorizar la transmisión de contenidos por encima de los procesos reflexivos y vivenciales que son inherentes al aprendizaje experiencial.

Discusión

Los resultados obtenidos reflejan que la fase de experiencia no se implementa de manera adecuada, con solo 6,41 % de cumplimiento en la encuesta y 11,11 % en la observación, ya que no se plantean actividades que motiven a los estudiantes y los predispongan al proceso, tampoco se evidencia la activación de conocimientos previos ni exploración con el entorno. En este sentido, Rodríguez-Ayala et al., (2024), mencionan que en esta fase es necesaria la activación de conocimientos previos y la motivación de los estudiantes, en su investigación concluyen que el 88 % de los encuestados afirman que el entorno de los estudiantes favorece la ejecución adecuada de esta etapa.

En referencia a la segunda fase, reflexión (cumplimiento: 48,29 % en estudiantes y 11,11 % en observación), los resultados reflejan limitaciones en su implementación, relacionadas con la poca planificación de actividades que generen una reflexión crítica de los estudiantes y permitan la conexión entre los conocimientos previos y el nuevo contenido a tratar, Correa (2022) coincide con lo descrito, mencionando que esta fase es fundamental en el proceso de aprendizaje de los estudiantes, ya que permite analizar y cuestionar la experiencia realizada, contribuyendo a un aprendizaje crítico por parte de los educandos.

La tercera fase del ciclo de aprendizaje ERCA, referente a la conceptualización, la información refleja una implementación moderada de esta fase (64,44 % y 51,60 %), los docentes imparten el contenido de una manera adecuada, sin embargo, es necesario reflexionar sobre la necesidad de implementar variedad de estrategias y recursos que permitan ejemplificar el contenido teórico. Borja-Fares et al., (2025), coinciden con estos resultados, afirmando que en esta fase es importante que los estudiantes formalicen el contenido que se trató de manera intuitiva en la fase anterior, convirtiéndolo en un conocimiento significativo.

Para finalizar, la fase de aplicación muestra fortalezas y debilidades de implementación (47,95 % y 35,86 %), se plantean actividades que permiten a los estudiantes aplicar el contenido como: talleres, ejercicios, actividades grupales y tareas extra clase; sin embargo, es necesario que estas actividades planteadas sean más contextualizadas y relacionadas con el contexto real de los estudiantes. En la última fase de este proceso es necesario que los alumnos estén en condiciones de poder trasladar el contenido teórico a contextos reales y poner en práctica lo aprendido, sin dejar de lado que la retroalimentación del docente debe ser continua en el desarrollo de estas actividades (Pardo-Zhingre, 2025).

Conclusiones

Los hallazgos alcanzados evidencian que la implementación del modelo ERCA en los cuatro paralelos de Bachillerato de la unidad educativa presenta limitaciones relevantes en la mayoría de sus fases. En particular, las fases de Experiencia y Reflexión registran los niveles más bajos de cumplimiento, tanto desde la percepción estudiantil como en la observación de aula, lo que sugiere un escaso desarrollo de los procesos vivenciales y reflexivos en la práctica pedagógica. En la fase de Conceptualización, los resultados son relativamente favorables; sin

embargo, persiste la necesidad de fortalecer la articulación entre las experiencias de aprendizaje y la construcción teórica. Por su parte, la fase de Aplicación muestra resultados inconsistentes, evidenciando la ausencia de actividades sistemáticas que permitan a los estudiantes transferir los contenidos a situaciones vinculadas con su contexto.

En relación con lo anterior, el limitado dominio que evidencian los docentes sobre las estrategias y recursos pedagógicos necesarios para desarrollar las fases del ciclo ERCA constituye un factor determinante en los resultados obtenidos. Esta situación pone de manifiesto la necesidad de fortalecer la formación docente en la planificación y diseño de secuencias de aprendizaje experiencial, de modo que se disponga de herramientas concretas para una implementación coherente e integral del modelo. Asimismo, resulta pertinente revisar los recursos didácticos disponibles y la planificación curricular, a fin de garantizar una integración equilibrada de todas las fases del ciclo ERCA en la enseñanza de Matemática en el Bachillerato General Unificado.

La información obtenida puede constituir el punto de partida para futuros estudios de caso que permitan analizar el impacto de la implementación de los ciclos de aprendizaje y su correlación con los resultados estudiantiles, así como estudios comparados para ampliar el estudio a contextos culturales y educativos diversos para identificar similitudes y diferencias en su implementación.

Limitaciones y trabajos futuros

Finalmente, cabe destacar que el estudio presenta limitaciones relacionadas con el uso de una muestra por conveniencia, integrada por un número reducido de docentes ($n = 3$) y estudiantes de un único plantel, lo que restringe la validez externa y la generalización de los resultados. Se recomienda, por tanto, replicar la investigación en contextos más

amplios y diversos, incorporando diseños mixtos que combinen encuestas, observación de aula e intervenciones experimentales, a fin de enriquecer la comprensión del fenómeno y orientar la mejora de la práctica docente.

Referencias bibliográficas

Borja-Fares, N., Cevallos-López, H., y Quimbita Machay, D. N. (2025). Metodología ERCA y su aporte al desarrollo de habilidades comunicativas orales y escritas en Educación General Básica. *Revista Social Fronteriza, 5(2), 683*. https://doi.org/10.59814/resofro.2025.5(2)683

Casasola, W. (2020). El papel de la didáctica en los procesos de enseñanza y aprendizaje universitarios. *Revista Comunicación, 29(1), 38-51.* https://doi.org/10.18845/rc.v29i1-2020.5258

Chila Ortiz, H. V., Chávez Ruano, L., Ardila Lozano, W. A., y Holguín Mendoza, S. A. (2023). ERCA y ABP: enfoques educativos que fomentan el desarrollo del pensamiento lógico con estrategias innovadoras en la enseñanza de matemática. *Ibero-American Journal of Education & Society Research,* 3(2), 84–94. https://doi.org/10.56183/iberoeds.v3i2.638

Correa, R. (2022). *Aplicación del método ERCA en el proceso de enseñanza de la educación física. Instituto Superior Tecnológico Loja, 2*(2), 1-7. http://revista.tecnologicoloja.edu.ec/index.php/inicio/article/view/7

Defaz, M. (2020). Metodologías activas en el proceso enseñanza-aprendizaje. *Roca: Revista Científico-Educacional De La Provincia Granma, 16(1), 463-472.* https://revistas.udg.co.cu/index.php/roca/article/view/1511

Galeano, M. (2023). *Análisis comparativo de los procesos de evaluación en educación física virtual y presencial mediante el modelo ERCA en la Unidad Educativa Álamos, año lectivo 2021-2022 [Tesis de maestría, Universidad Técnica del Norte]. Repositorio Institucional.* https://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/13806

Herrera Castrillo, C. J. (2025). JeHe's competence-based learning methodology in physics and mathematics. *Revista Digital De Investigación En Docencia Universitaria*, 19(1), e1759. https://doi.org/10.19083/ridu.2024.1759

Herrera-Castrillo, C. J., & Hernández Muñoz, D. A. (2023). Aplicaciones del Modelo Heurístico "DONALD" en el Curso de Laboratorio de Matemática. *EducaT: Educación Virtual, Innovación Y Tecnologías*, 4(2), 61-76. https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/educat/article/view/7308

Herrera, V. (2023). *Estudio de casos como estrategia para mejorar la capacidad reflexiona y argumenta éticamente del área de personal social [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de Trujillo].* https://hdl.handle.net/20.500.14414/20466

Idrovo-Ortiz, F. X. (2019). Las competencias digitales. Una propuesta de integración con el ciclo de aprendizaje. *Dominio de las Ciencias, 5(1), 431-451.* https://dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/article/view/1053

Lawson, A. E. (1994). Uso de los ciclos de aprendizaje para la enseñanza de destrezas de razonamiento científico y de sistemas conceptuales. *Enseñanza de las Ciencias. Revista de investigación y Experiencias didácticas. 12(2), 165-187.* https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.4439

Ministerio de Educación. (2016). *Instructivo: planificaciones curriculares para el sistema nacional de educación.* https://n9.cl/ownp6

Pardo-Zhingre, T. E., Montesdeoca-Vera, A., Armijo-Yáñez, F. E., y Loor-Moreira, E. (2025). *Aplicación del enfoque ERCA para fortalecer la planificación inclusiva. Cognopolis. Revista de Educación y Pedagogía, 3(2), 39-55.* https://doi.org/10.62574/wnq77x13

Rodríguez Arteaga, M. A. (2017). *Aplicación de ERCA como estrategia metodológica para mejorar el nivel de logro de aprendizaje de matemática en estudiantes de la IE Mario Vargas Llosa de Potracancha, Pillco Marca 2017 [Tesis de grado,*

Universidad Nacional Hermilio Valdizán]. https://hdl.handle.net/20.500.13080/2767

Rodríguez-Ayala, A. E., Ayala-Tigmasi, R. A., Anchundia-Aristega, Y. X., Días-Pilatasig, M. J., y Arias-Arias, J. L. (2024). Análisis del modelo ERCA y su aporte en las planificaciones curriculares. *Journal of Economic and Social Science Research, 4*(4), 278-290. https://doi.org/10.55813/gaea/jessr/v4/n4/147

Ruiz, E. (2022). *Ciclo de aprendizaje de KOLB y desarrollo del pensamiento crítico en estudiantes de bachillerato, Unidad Educativa Otavalo [Tesis de Maestría, Universidad de Otavalo]*. http://repositorio.uotavalo.edu.ec/handle/52000/620

Ruiz-Peralta, K., y Reyes-Acaro, M. (2025). Estrategias didácticas para el proceso de enseñanza aprendizaje de matemáticas en educación secundaria. *Revista Uniandes Episteme*, 12(2), 255-276. https://doi.org/10.61154/rue.v12i2.3699

Silva, M. E. (2020). Características de las herramientas multimedia para el desarrollo de Presentaciones Interactivas. *Journal of Science and Research: Revista Ciencia e Investigación,* 5(1), 873-891. https://doi.org/10.5281/zenodo.4452944

Torres Zambrano, J. F., y Rincón Rueda, A. I. (2024). Los proyectos educativos productivos en la formación de la competencia emprendedora en colegios rurales. *Revista Uniandes Episteme, 11(2), 257-269.* https://doi.org/10.61154/rue.v11i2.3493

Capítulo 5

Laboratorio virtual de Matemáticas y rendimiento académico en Educación General Básica Superior. Un estudio de caso

Cristina Isabel Vivanco Ureña
Universidad Nacional de Loja, Facultad de la Educación, el Arte y la Comunicación, Loja, Ecuador
civivancou@unl.edu.ec

Brigith Magdalena Jiménez Tillaguango
Universidad Nacional de Loja – Alumni, Loja, Ecuador
brigith.jimenez@unl.edu.ec

Resumen

En la educación actual resulta imprescindible utilizar recursos tecnológicos y virtuales para fortalecer el proceso de enseñanza-aprendizaje de Matemáticas, permitiendo demostrar los conceptos con una apropiación significativa de conocimientos. Por ello, esta investigación analiza la relación entre el nivel de satisfacción de la implementación del laboratorio virtual de Matemáticas y el rendimiento académico. Se desarrolló un estudio con enfoque cuantitativo, de alcance descriptivo–correlacional, de tipo preexperimental con la aplicación de pretest y postest sin grupo de control, utilizando una población de 240 estudiantes de Educación General Básica subnivel superior de una unidad educativa particular, con un muestreo no probabilístico por conveniencia de 78 alumnos de octavo año. Se aplicó la técnica de encuesta, mediante un cuestionario para medir la satisfacción, el cual fue validado mediante expertos y sometido

al coeficiente Alfa de Cronbach, reportando una consistencia interna de α=0,940. Los resultados demuestran un nivel alto de satisfacción por parte de los estudiantes, además el rendimiento académico antes y después de la intervención tuvo una diferencia de medias de 0,2869. No obstante, no existe evidencia estadística de una correlación significativa entre la satisfacción de aplicación y el rendimiento académico. Concluyendo que, la estrategia es prometedora, pero bajo determinadas condiciones contextuales.

Palabras clave: Laboratorio virtual, Matemáticas, rendimiento académico, satisfacción estudiantil, estudio preexperimental.

Introducción

La educación actual demanda la demostración de conocimientos para la adquisición de un aprendizaje significativo y competitivo para los estudiantes. En Ecuador, esta situación es reflejada en una de las pruebas más reconocidas y de mayor relevancia, que mide la calidad educativa de forma internacional, denominada *Programme for International Student Assessment for Development* (PISA-D), en la cual, en el año 2017, el 71 % de los estudiantes se encontraba por debajo del nivel básico de desempeño, es decir, se les complicaba llevar a cabo procedimientos rutinarios como operaciones aritméticas con instrucciones definidas, además de interpretar y representar matemáticamente una situación sencilla, con mayor hincapié en la demostración de conceptos y elementos matemáticos (Instituto Nacional de Evaluación Educativa [INEVAL], 2018a). Es decir, mantienen inconvenientes en interpretar y modelar los conceptos fuera de la teoría en una aplicación palpable e interpretable en situaciones de la vida real, evidenciando poca competitividad educativa a nivel internacional.

Esto evidencia dificultades persistentes en el desempeño educativo que existen a nivel nacional en los últimos años, reforzado con los resultados de pruebas nacionales. Donde los resultados de los exámenes de grado en el periodo 2019 – 2020, destacan que los aciertos en el campo de Matemáticas son mucho menores al 50 % (INEVAL, 2020). Además, en evaluaciones "Ser Bachiller" entre los años 2014 y 2018, los aciertos en esta área no superan el 41 % (INEVAL, 2016; INEVAL, 2018b). Este contexto pone a relucir las deficiencias del proceso gradual de enseñanza y el aprendizaje de la asignatura de Matemáticas.

Este panorama educativo deja entrever la demanda de una intervención inmediata en el proceso de enseñanza, en busca de la calidad de la educación. En los últimos años ha surgido una alternativa de mayor relevancia, la cual consiste en la demostración y relación de los conceptos matemáticos desde una perspectiva crítica en la que se realice la demostración o esquematización de los conceptos de entendimiento (Martínez, 2022).

Para responder a esta demanda surge la posibilidad de la demostración mediante recursos virtuales y/o material concreto, la cual permite que los estudiantes relacionen el concepto a tratar con su demostración de manera palpable, permitiendo el desarrollo del pensamiento lógico y logrando que el aprendizaje sea más significativo y duradero (Enríquez et al., 2023).

Considerando estos criterios se origina un espacio para complementar la enseñanza y el aprendizaje de Matemáticas, en el que se puedan demostrar los conceptos estudiados, reforzando los conocimientos de una forma significativa y duradera. A este espacio comúnmente se le llama laboratorio. Este cuenta con un componente abstracto y palpable, y un componente virtual, denominado específicamente laboratorio virtual de Matemáticas (Tabares, 2021).

Con estos antecedentes, surge la siguiente pregunta de investigación: ¿Qué relación existe entre la satisfacción respecto de la implementación del laboratorio virtual de Matemáticas y el rendimiento académico de los estudiantes de Educación General Básica de una unidad educativa particular de la ciudad de Loja? Así también, el objetivo general de la investigación es analizar la relación entre la implementación del laboratorio virtual de Matemáticas y el rendimiento académico y los objetivos específicos son: determinar el nivel de satisfacción de los estudiantes con respecto a la implementación del laboratorio virtual de Matemáticas; y medir la variación del rendimiento académico antes y después de la implementación del laboratorio virtual de Matemáticas.

Revisión de literatura

Antecedentes

El concepto de laboratorio virtual de Matemáticas ha sido analizado por varios autores desde diferentes perspectivas para mejorar el proceso académico de la asignatura en cuestión.

Uno de estos estudios es el realizado por Puga et al., (2023), quienes investigaron la aplicación y uso de un entorno físico o virtual, denominado laboratorio en el que se experimentan los aspectos teóricos tratados en el aula de clases, considerando la asignatura de Matemáticas, una de las áreas con espacios escasos para experimentación, sin embargo, son necesarios para analizar y caracterizar el comportamiento de los fenómenos.

En la investigación recientemente citada los resultados encontrados destacan que este tipo de espacios facilitan el acceso al conocimiento matemático, sobre todo con énfasis y ayuda de recursos virtuales como simuladores y herramientas informáticas. Los estudiantes interactúan

con objetos de aprendizaje fáciles y novedosos, rompiendo el paradigma de las Matemáticas. En definitiva, el laboratorio da la oportunidad de modificar situaciones, analizar, reflexionar y obtener resultados que son modelados y explicados desde los conceptos matemáticos que están presentes, con especial ayuda de herramientas digitales o tecnológicas (Puga et al., 2023).

Es así que, un estudio realizado sobre tendencias en bibliotecas universitarias peruanas recalca la transición al modelo de Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación (CRAI), que integra herramientas tecnológicas que mejoran la enseñanza y el rendimiento académico, en esta evolución se incluye la implementación de los laboratorios virtuales que se posicionan como espacios de aprendizaje digital de manera proactiva, alineándose a las nuevas metodologías pedagógicas que superan los métodos tradicionales, recalcando cuán importante es el cambio de paradigma con la integración de herramientas tecnológicas en entornos educativos (Morgan, 2007).

En Colombia se realizó otro estudio de relevancia en esta temática. En el cual se buscó determinar la incidencia de la implementación de un laboratorio virtual en la enseñanza de ecuaciones de segundo orden. Se trató el laboratorio virtual de Matemáticas como una estrategia didáctica, que permitió despertar el interés por el aprendizaje de las temáticas a través de la construcción de conceptos autónomos que usan el concepto matemático en experiencias cotidianas, creando un aprendizaje que perdura en el tiempo, demostrando una diferencia significativa entre los resultados antes y después de implementar el laboratorio, además, estadísticamente plantean una correlación significativa entre esta estrategia y el rendimiento académico. Para ello, se consideró un tiempo de aproximadamente cinco meses de aplicación, una capacitación digital a docentes y estudiantes, y el apoyo continuo de profesionales

complementarios para identificar los factores socioemocionales a los que se deriva el estudiantado (Tabares, 2021).

En Perú se hizo un estudio sobre la aplicación del laboratorio matemático en el aprendizaje de esta asignatura en secundaria. Fue tratado como una estrategia didáctica. Los resultados recopilados destacan que la implementación del laboratorio de Matemáticas tiene un efecto significativo en la etapa de aprendizaje y que esta estrategia mantiene una correlación positiva y significativa con el rendimiento académico, dando mayor énfasis al componente virtual, dado que, se alinea a las teorías cognitivas y constructivistas de la pedagogía, adecuándose a las necesidades actuales de los educandos en un mundo digitalizado, llamando e incentivando la atención, motivación e interés de los estudiantes. Para este estudio se consideró una heterogeneidad en la alfabetización digital, su implementación se dio con un tiempo aproximado de 25 semanas con cinco horas semanales extraclases en complementariedad, además, los docentes fueron capacitados y se implementó un sistema de tutorías de apoyo de manera online para los estudiantes, finalmente, se consideraron los factores de motivación intrínseca y hábitos de estudio (Alarcón y Chauca, 2023).

Muñoz y Guillén (2025) hicieron una revisión bibliográfica delimitada del laboratorio de Matemáticas, recalcando que, no solo abarca un componente de materiales manipulativos, también cuenta con recursos tecnológicos e incluso estrategias prácticas que se pueden aplicar por separado o de manera complementaria. Sustentan que, al utilizar esta estrategia didáctica en los estudiantes de secundaria, se cultiva una experimentación con los conceptos de Matemáticas de forma activa. Provocando que se mejore el proceso de enseñanza y aprendizaje, y logrando un impacto positivo en la comprensión de aquellos conceptos matemáticos de tipo abstracto.

Los autores recientemente citados recalcan la relevancia que toma el uso del componente virtual de acuerdo con las necesidades pedagógicas actuales de los estudiantes. Pese a ello, manifiestan y ponen a consideración que la importancia del componente virtual conlleva consideraciones y limitaciones, como posibles factores externos que influyen de manera significativa en el proceso educativo, estos son de tipo contextual, socioemocional, cognitivos y personales, los cuales tienen un impacto considerable en la eficacia de la aplicación de la estrategia didáctica.

Sin embargo, Arana (2018) realizó una experiencia en un laboratorio virtual de Matemáticas para mejorar el rendimiento de los estudiantes a través de una intervención cuasi-experimental, para ello, llevó a cabo un procedimiento de desarrollo de destrezas en la resolución de problemas, donde los estudiantes mejoraron sus calificaciones de manera significativa, pese a ello, no se encontró evidencia estadística que determine una correlación directa entre esta estrategia y el rendimiento académico, a la par, plantearon que no existió una distinción relevante en cuanto a la actitud tomada frente a la asignatura luego de la aplicación del laboratorio, este autor atañe los resultados a los diferentes factores influyentes en el contexto académico, de tipo psicológico, emocional y social, destacando además el tiempo corto de intervención y la alfabetización digital en los estudiantes.

Definición de laboratorio virtual de Matemáticas

Considerando estos criterios y las implicaciones relevantes que conlleva el laboratorio de Matemáticas, con énfasis directo en el componente virtual, Herrera y Hernández (2023) definen formalmente al laboratorio virtual de Matemáticas como un curso en el que se planifica la puesta en práctica de los conceptos de Matemáticas, aplicando las Tecnologías de

la Información y Comunicación (TIC). Es decir, considera elementos y componentes virtuales para la demostración de los conceptos y teorías estudiadas durante las clases regulares, complementando la demostración académica de lo que está analizando.

Cappello (2019) por su parte lo define como un método de enseñanza en el que se plasman aquellas actividades de planificación de conceptos adquiridos y aprendidos en las diferentes ramas de las Matemáticas, permitiendo el pseudo descubrimiento y apropiación de conocimientos. Asevera que actualmente, las TIC son un medio que facilita la conceptualización de los conocimientos de manera significativa y duradera, aventajando el proceso académico del estudiantado.

Hernández (2017, citado en Sepúlveda, 2023) describe al laboratorio virtual de Matemáticas como una estrategia didáctica de utilización de recursos digitales, en la que reposan un conjunto de actividades Matemáticas para ser desarrolladas de manera autónoma por los participantes a través del uso de varios materiales, proporcionando un ambiente de aprendizaje en el que se genera la relación entre actividad matemática y recursos de demostración, correspondencia que contribuye a la construcción y fundamentación del pensamiento matemático de forma significativa al lograr que el estudiante comprenda a qué corresponden los conceptos teóricos que han estudiado a lo largo de cierto periodo académico.

Así también, Muñoz y Guillén (2025) manifiestan que un laboratorio de Matemáticas es un espacio que combina recursos tecnológicos junto con la definición teórica de los conocimientos matemáticos, para que los estudiantes exploren y experimenten los elementos de la asignatura de forma activa y empírica. Logrando que los estudiantes cultiven su conocimiento y criticidad al corresponder las definiciones teóricas con la demostración práctica de los temas abordados en las Matemáticas.

Características del laboratorio virtual de Matemáticas

Una de las características principales del laboratorio virtual de Matemáticas, es que se lo cataloga como una estrategia que permite estructurar, organizar, planificar y hacer que ocurra el pensamiento matemático, considerándolo como un espacio para facilitar tanto al alumno como al profesor el cuestionar, conjeturar, buscar, experimentar, analizar y concluir, en definitiva, aprender (Chuquihuanca et al., 2021). Es decir, esta estrategia debe estar orientada necesariamente al análisis significativo de los diferentes conocimientos.

Este espacio es distinguido porque los estudiantes son los protagonistas, es decir, el docente no explica la solución del problema, ni los conceptos o teoremas nuevos, más bien, son los alumnos quienes se encargan de encontrar la solución mediante la investigación y aplicación de teoremas de una forma crítica y analítica (Madonna y Gómez, 2015). Logrando que el alumno dirija sus conocimientos hacia el liderazgo en la demostración de conocimientos.

Para Lezcano y Velásquez (2017) usar el laboratorio virtual de Matemáticas en el aula, destaca por ser categorizado como una estrategia didáctica que permite mejorar el aprendizaje con componentes novedosos y agradables para los estudiantes. Pues, logra generar espacios para la interacción lúdica de los estudiantes con los conceptos matemáticos, favoreciendo la capacidad de comprensión, el análisis de conceptos y el aprendizaje; propiciando y mejorando la adquisición de habilidades cognitivas y competencias básicas del estudiante. Al aplicar el laboratorio virtual de Matemáticas es fundamental considerar tres momentos destacables: apertura o exploración; desarrollo o estructuración de la clase y cierre o transferencia.

Diseño pedagógico

Es importante que al aplicar el laboratorio virtual de Matemáticas se consideren sustentos pedagógicos, tales como su diseño. Este último recalca la aplicación y refuerzo o demostración de los conceptos curriculares con las temáticas oficiales a estudiar en el área de Matemáticas. Las cuales deben ser previamente estudiadas en una clase formal o teórica, es decir, se debe recobrar la definición formal de los conceptos para la aplicación de conocimientos de manera virtual con una relación armónica, adaptándose a los lineamientos y concepciones pedagógicas de un modelo educativo a través de un proceso metodológico, secuencial, ordenado, didáctico y relacionado con experiencias de la vida real o cotidiana (Gañan, 2020).

En este tipo de laboratorio es fundamental cultivar la interacción y participación estudiantil de manera coherente y significativa. Para lo cual, se deben incorporar las TIC de manera estratégica, para generar experiencias educativas que permitan simular y visualizar la representación de los modelos matemáticos para la demostración de un fenómeno o concepto matemático, donde el estudiante practique, modele y realice experimentos de forma activa, involucrándose en el estudio y vinculación de la teoría aplicada a la práctica (Puga et al., 2023).

Es importante que el docente maneje la variedad de recursos y herramientas como juegos, simuladores o software a aplicarse de manera oportuna. Además, Moreno et al., (2023) recalcan que el profesor debe manejarse como un guía que ofrezca retroalimentación clara y oportuna a lo largo de las experiencias, buscando a la vez, el intercambio de conocimiento entre el docente-estudiante y estudiante-estudiante. Ello permitirá cimentar un contexto educativo que posicione al estudiante como protagonista.

Impacto en el aprendizaje

Aplicar el laboratorio virtual y tratarlo como una estrategia didáctica según Robles et al., (2022) provoca un impacto positivo y destacable en el aprendizaje y en el rendimiento académico, puesto que existe una mayor consciencia del mismo, al fortalecer los contenidos matemáticos, resolviendo dudas y problemas en el contexto del área de Matemáticas, aplicando la reflexión sobre los propios conocimientos y el reconocimiento de análisis de un concepto mediante la experimentación y manipulación.

Al respecto, Lara et al., (2022) refuerzan este criterio y manifiestan en su estudio ciertos resultados novedosos y relevantes, como el reforzamiento en la comprensión y estadísticamente aumentando el rendimiento de los estudiantes, en aproximadamente 0,5875 puesto que existe un aprendizaje activo en el campo numérico, que les permite tomar decisiones y ser autónomos en el análisis y razonamiento de las soluciones o comprensión de contenidos matemáticos, logrando cumplir de manera eficiente con los objetivos de aprendizaje. Sin embargo, es importante considerar que pese al impacto positivo de la estrategia existen limitaciones como la falta de tiempo, el desarrollo de las habilidades tecnológicas y de tipo socioemocional en los estudiantes.

Uso tecnológico

Los elementos tecnológicos utilizados en el laboratorio virtual de Matemáticas son fundamentales para la ejecución de experiencias interactivas y dinámicas en función de los cimientos de la gamificación, que permitan una mayor participación, motivación y se ajusten a las demandas cognitivas del estudiantado actual. No obstante, es indispensable considerar puntos como el acceso correcto y sin interrupciones a las herramientas tecnológicas como computadoras, teclados, entre otras,

destacando las limitaciones estructurales y pedagógicas que existen y considerando estrategias para superarlas, mediante planes de estudio coherentes y alcanzables (Ibarra et al., 2025).

Esto es corroborado por Salazar et al., (2025) quienes recalcan que, en los laboratorios virtuales de Matemáticas se experimenta mediante tecnologías de fácil acceso y que permiten al estudiante apropiarse de los conocimientos, con un seguimiento continuo de las actividades. Por ello, es fundamental que las herramientas y recursos sean variados, sencillos, creativos, dinámicos, realistas, de calidad, interactivos, divertidos, fáciles de usar y navegar, adecuados y confiables para el aprendizaje, y sobre todo coherentes con el nivel de manejo y conocimientos de los estudiantes. Esto permitirá al alumno evitar las curvas de aprendizaje y adquirir conocimientos de forma sencilla y adecuada a su ritmo de aprendizaje.

Impacto en la motivación e interés estudiantil

Mera y Puyol (2024) destacan la relevancia de la aplicación del laboratorio virtual en el proceso educativo, sobre todo de ciencias exactas como las Matemáticas, puesto que, mejoran la motivación y el interés, facilitando la comprensión de los conceptos complejos, promoviendo un aprendizaje más interactivo y desarrollando habilidades aplicables en la vida real.

La satisfacción estudiantil al experimentar de forma activa los conceptos aprendidos es alta, pues cumple con las expectativas de aprendizaje de los estudiantes al demostrar de manera palpable los objetos matemáticos, según Cox et al., (2022). Estos autores también recalcan que los estudiantes se sienten satisfechos de utilizar los recursos digitales y virtuales, puesto que aumenta su concentración y enfoque al completar las actividades.

Estudios de aplicación

Como se ha expuesto a lo largo de esta revisión, el laboratorio virtual de Matemáticas considera diferentes variables y se ve involucrado en un proceso de interacción entre los componentes de la comunidad educativa. En este se consideran factores positivos o negativos de tipo personal, social, institucional, cultural, familiar y emocional. Este proceso es gradual y deriva en un resultado formativo al que se le denomina rendimiento académico (Rocha et al., 2021). Este último es definido como un proceso que lleva implícito en su definición una gran complejidad debido a la cantidad de variables que lo conforman de tipo interno y externo, las cuales pueden modificarse conforme el paso del tiempo, entre ellas se encuentran las psicológicas, sociológicas, emocionales, pedagógicas, actitudinales, entre otras (León et al., 2021).

En definitiva, el rendimiento académico es un proceso pedagógico y un constructo en continua transformación que concibe una escala valorativa de tipo cualitativo y cuantitativo resultado de un proceso formativo a lo largo de un periodo de tiempo (Redondo y Martínez, 2024). Por ello, para alcanzar un buen rendimiento académico es fundamental el uso de métodos o estrategias adecuadas y considerar los factores implícitos en el contexto educativo (Pivaque et al., 2022). Teniendo gran relevancia el laboratorio virtual de Matemáticas, al ser aplicado como una estrategia didáctica que permite mejorar el rendimiento académico mediante un proceso de análisis formativo y gradual.

Metodología

Participantes

La población estuvo compuesta por 240 estudiantes de Educación General Básica subnivel superior de una unidad educativa particular de la ciudad de Loja en Ecuador. Se aplicó un muestreo no probabilístico

de conveniencia, seleccionando a 78 estudiantes de octavo año, distribuidos en cuatro paralelos (A, B, C y D). Se analizaron las calificaciones antes y después de la aplicación del laboratorio virtual de Matemáticas, específicamente primer y segundo trimestre. La edad de los estudiantes fue de 12 a 13 años. Se obtuvo consentimiento informado de los estudiantes y representantes legales.

Instrumentos

La evaluación se llevó a cabo utilizando una encuesta de satisfacción sobre el uso del laboratorio virtual de Matemáticas, considerando cinco dimensiones obtenidas de los criterios de varios autores, enlistadas como: diseño pedagógico; interacción y participación; impacto en el aprendizaje; uso tecnológico; y motivación y satisfacción del estudiante. Cada dimensión involucró cuatro indicadores. Este instrumento fue realizado con base en una escala de Likert (nada satisfecho, poco satisfecho, neutral, muy satisfecho y totalmente satisfecho). Además, fue validado mediante tres expertos que son especialistas en la enseñanza de las Matemáticas y procesos de investigación educativa. Para evaluar la fiabilidad del instrumento, se calculó el coeficiente de alfa de Cronbach, obteniéndose un valor de $\alpha = 0{,}940$. Este resultado indica una consistencia interna alta en los ítems analizados.

A la par, se realizó un repositorio de datos que recopile las calificaciones de los estudiantes del primer y segundo trimestre, es decir, antes y después de la aplicación del laboratorio virtual de Matemáticas, respectivamente. Para obtener la calificación de cada estudiante se calculó un promedio final entre las tres asignaturas de los bloques curriculares: Álgebra y Funciones, Geometría y Medida, Estadística y Probabilidad, en una escala de calificación de 0 a 10 puntos.

Procedimientos

El estudio tiene un alcance descriptivo-correlacional porque describe la implementación de la estrategia y la satisfacción que muestran los estudiantes; así también porque se midió la fuerza o grado de asociación entre las variables de investigación: satisfacción de la implementación del laboratorio virtual de Matemáticas y rendimiento académico. Es de tipo preexperimental, con la aplicación de un pretest y postest sin grupo de control, y aunque se manipula la variable independiente, hay un control mínimo sobre las variables externas que podrían afectar a la variable dependiente (Arias, 2012).

La aplicación del laboratorio virtual de Matemáticas fue planificada para fortalecer el proceso de enseñanza de los estudiantes de Educación General Básica de una unidad educativa particular de la ciudad de Loja, aplicada como una estrategia didáctica en el desarrollo académico de los estudiantes a partir del segundo trimestre, para la demostración de los conocimientos teóricos estudiados rutinariamente en las asignaturas del bloque matemático. Logrando así, tener las calificaciones del primer trimestre como una muestra antes de la aplicación de la estrategia y las notas del segundo trimestre como los resultados después de la intervención. En este último se adjuntó un baremo de nivel alto, medio o bajo respecto a la media de la satisfacción de cada estudiante en el cuestionario aplicado respecto a cada indicador.

Así también, se planificaron e implementaron las siguientes secuencias didácticas de acuerdo con el siguiente detalle.

Tabla 5.1. Secuencia de ejecución de clases de laboratorio virtual de Matemáticas.

Clase 1: Expresiones algebraicas I	
Objetivo: Reforzar la capacidad de distinguir estructuras algebraicas.	
Secuencia didáctica	Herramientas utilizadas
Experiencia: Manipular fichas de álgebra en un tablero digital. Reflexión: Identificar coeficientes, variables y exponentes. Conceptualización: Definición de monomio, binomio y polinomio. Aplicación: Clasificar expresiones en el simulador y cuaderno de trabajo.	Simulador Mathingon Polypad. Simulador Tiles Álgebra
Clase 2: Expresiones algebraicas II	
Objetivo: Retroalimentar la interpretación numérica de expresiones.	
Secuencia didáctica	Herramientas utilizadas
Experiencia: Ingresar expresiones en una calculadora gráfica. Reflexión: Analizar cómo cambian los resultados al cambiar la variable. Conceptualización: Evaluación de expresiones sustituyendo valores. Aplicación: Resolver ejercicios de manera automática ingresando la programación de valores en la calculadora.	Calculadora gráfica Desmos.
Clase 3: Simplificación de términos semejantes I	
Objetivo: Reforzar la forma de simplificación de términos semejantes.	
Secuencia didáctica	Herramientas utilizadas
Experiencia: Juego interactivo arrastrando términos semejantes. Reflexión: Diferenciar entre términos semejantes y no semejantes. Conceptualización: Regla de simplificación. Aplicación: Simplificar expresiones con retroalimentación automática.	Simulador Álgebra Tiles

Clase 4: Media, moda y mediana	
Objetivo: Retroalimentar la toma de decisiones con base en datos.	
Secuencia didáctica	Herramientas utilizadas
Experiencia: Ingresar datos de notas en hoja de vida interactiva. Reflexión: Analizar qué medida representa mejor la situación. Conceptualización: Definición y fórmula de media, moda y mediana. Aplicación: Resolver ejercicios prácticos y juegos online.	Software GeoGebra. Página Khan Academy Simulador PhET
Clase 5: Muestreo	
Objetivo: Comprender la importancia de la representatividad en estudios estadísticos.	
Secuencia didáctica	Herramientas utilizadas
Experiencia: Extraer muestras de poblaciones virtuales. Reflexión: Comparar muestras vs población. Conceptualización: Definición de población, muestra y tipos de muestreo. Aplicación: Crear un muestreo con datos reales de clase.	Simulador PhET Página Random.org
Clase 6: Triángulos	
Objetivo: Reforzar la visualización geométrica para resolver problemas espaciales.	
Secuencia didáctica	Herramientas utilizadas
Experiencia: Manipular triángulos en un simulador. Reflexión: Confirmar que la suma de ángulos es 180°. Conceptualización: Clasificación por lados y ángulos. Aplicación: Resolver problemas en el simulador.	Software GeoGebra Página Didáctalia. Simulador PhET.
Clase 7: Teorema de Pitágoras	
Objetivo: Reforzar la resolución de problemas aplicados a contextos reales.	

Secuencia didáctica	Herramientas utilizadas
Experiencia: Visualizar cuadrados sobre catetos e hipotenusa. Reflexión: Analizar cómo se cumple la relación. Conceptualización: Explicación formal del teorema. Aplicación: Resolver problemas reales.	Simulador PhET. Applet GeoGebra.
Clase 8: Líneas y puntos notables I	
Objetivo: Reforzar la comprensión de propiedades de los triángulos en distintas aplicaciones.	
Secuencia didáctica	Herramientas utilizadas
Experiencia: Construir medianas, bisectrices y mediatrices. Reflexión: Observar puntos de intersección. Conceptualización: Definir baricentro, incentro y circuncentro. Aplicación: Ejercicios prácticos de aplicación.	Software GeoGebra. Simulador Polypad.
Clase 9: Líneas y puntos notables II	
Objetivo: Reforzar la capacidad de análisis de puntos notables en contextos prácticos.	
Secuencia didáctica	Herramientas utilizadas
Experiencia: Construir alturas en triángulos. Reflexión: Ver intersección en el ortocentro. Conceptualización: Explicación de ortocentro, circuncentro y aplicaciones. Aplicación: Resolver problemas prácticos,	Software GeoGebra. Página Didáctalia.

Fuente. Elaborado a partir de las secuencias ejecutadas en las clases del Laboratorio Virtual de Matemáticas durante el segundo trimestre.

Análisis de datos

La información del cuestionario del nivel de satisfacción aplicado se analizó en atención a las dimensiones acorde con los indicadores y el nivel de satisfacción de los estudiantes.

También se realizó un análisis de las calificaciones de Matemáticas de los 78 estudiantes antes y después de la intervención con la estrategia didáctica del laboratorio virtual. La primera prueba estadística aplicada fue la de normalidad Kolmogórov-Smirnov; a continuación, se aplicó el estadístico no paramétrico Wilcoxon para muestras relacionadas que permitió determinar la existencia de una diferencia significativa antes y después de la intervención. Finalmente, para la correlación de las variables se realizó un baremo de un nivel alto (3), medio (2) y bajo (1) con las medianas de los resultados de la escala de Likert del nivel de satisfacción de los estudiantes junto con las calificaciones estudiantiles, aplicando la prueba de Rho de Spearman para definir si existía una correlación significativa entre el nivel de satisfacción respecto del laboratorio virtual de Matemáticas y el rendimiento académico.

Resultados

A continuación, se exponen los resultados de la encuesta de satisfacción estudiantil respecto a la implementación del laboratorio virtual de Matemáticas.

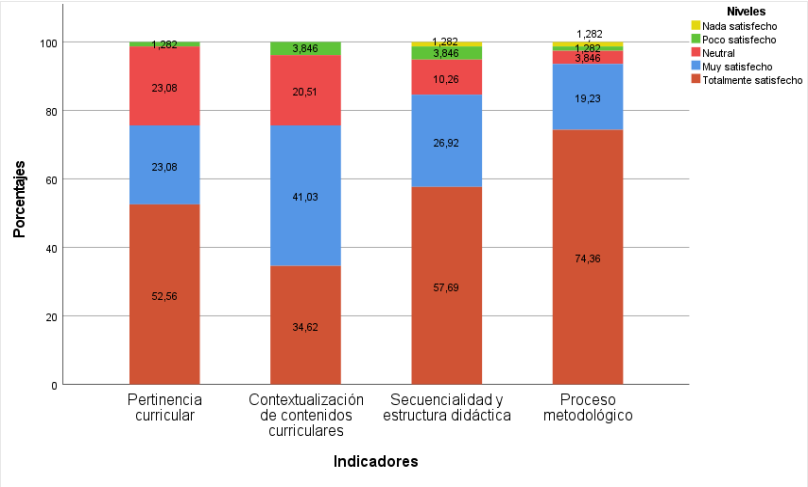


Figura 5.1. Resultados de satisfacción en la dimensión de diseño pedagógico.

La Figura 5.1 presenta la satisfacción de los estudiantes respecto al diseño pedagógico del laboratorio virtual de Matemáticas, considerando los indicadores de pertinencia curricular, contextualización de contenidos curriculares, secuencialidad y estructura didáctica, y proceso metodológico. En el primer indicador, más de la mitad de los estudiantes manifiesta estar totalmente satisfecho, con un porcentaje del 52,56 %, un 23,08 % está muy satisfecho y el 20,51 % se mantuvo neutral. Respecto a la contextualización curricular, el 41,03 % se declara muy satisfecho, el 34,62 % está totalmente satisfecho y el 20,51 % se encuentra en una posición neutral. En el indicador de secuencialidad y estructura didáctica, el 57,69 % está totalmente satisfecho, existe un 10,26 % que se encuentra en una posición neutral, un 3,84 % está poco satisfecho y solamente el 1,28 % se encuentra nada satisfecho. Por último, en el indicador de proceso metodológico se encuentra el mayor porcentaje de total satisfacción con un 74,36 %, el 3,84 % se encuentra neutral y un 1,28 % se encuentra poco satisfecho y nada satisfecho, en iguales proporciones.

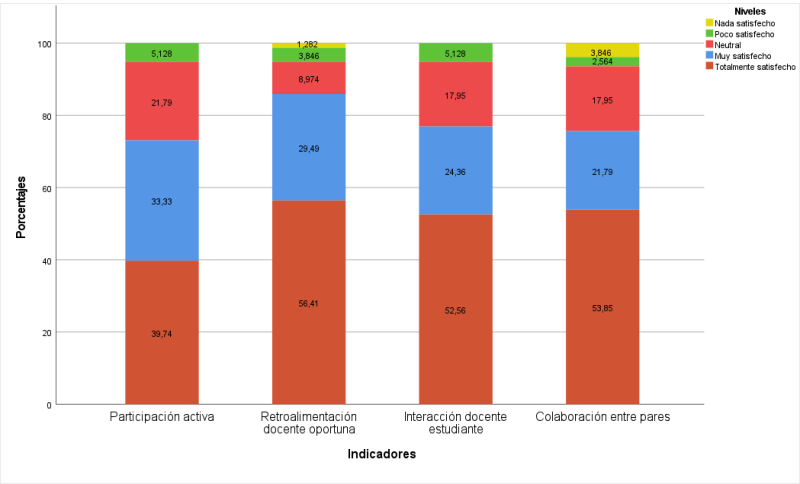


Figura 5.2. Resultados de satisfacción en la dimensión de la interacción y participación estudiantil.

La Figura 5.2 muestra la satisfacción de la categoría de la interacción y participación estudiantil, desde cuatro indicadores. Destacando que, en el indicador de participación activa, se encuentra una satisfacción significativa, con un 39,74 % totalmente satisfechos, un 33,33 % muy satisfechos y un 21,79 % en una posición neutral. Mientras que, con respecto a la retroalimentación docente oportuna, más de la mitad de los estudiantes, con un 56,41 % se encuentra totalmente satisfecho, un 29,49 % está muy satisfecho, sin embargo, es relevante que un 3,84 % reporta no estar nada satisfecho. Asimismo, en la interacción docente estudiante, el 52,56 % de estudiantes se encuentran totalmente satisfechos, un 24,36 % muy satisfechos y un 17,95 % se mantienen en una posición neutral. Finalmente, respecto a la colaboración entre pares, el 53,85 % de estudiantes está totalmente satisfecho, el 21,79 % muy satisfecho, el 17,95 % se encuentran neutrales y un 3,84 % indicaron estar nada satisfechos.

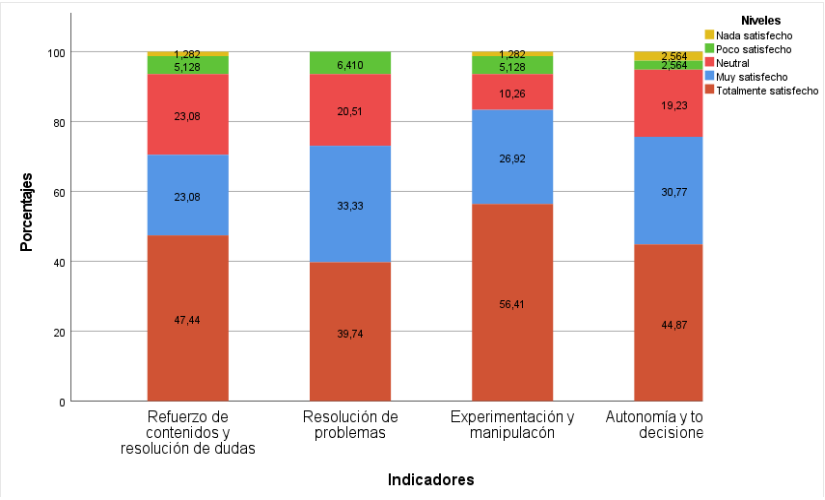


Figura 5.3. Resultados de satisfacción en la dimensión de impacto en el aprendizaje.

En la Figura 5.3 se presenta la satisfacción porcentual sobre la categoría de impacto en el aprendizaje desde cuatro indicadores. Respecto a ello, en el componente de refuerzo de contenidos y resolución de dudas, el 47,44 % manifiesta estar totalmente satisfecho, mientras que un 23,08 % asegura encontrarse muy satisfecho y neutral en la misma proporción, y en porcentajes menores del 5,12 % y 1,28 % se encuentran poco satisfechos y nada satisfechos, respectivamente. Respecto a la resolución de problemas, un 39,74 % de los estudiantes está totalmente satisfecho y un 33,33 % se encuentra muy satisfecho, mientras que el 20,51 % se encuentra en una posición neutral y el 6,41% se encuentra poco satisfecho. Mientras que, para la experimentación y manipulación, la mayoría de los estudiantes con un 56,41 % se encuentra totalmente satisfecho, el 26,92 % está muy satisfecho, existe un 5,12 % poco satisfecho y un 1,28 % nada satisfecho. Mientras que, en autonomía y toma de decisiones casi el 50 % está totalmente satisfecho, un 30,77 % muy satisfecho y un 2,56 % nada satisfecho.

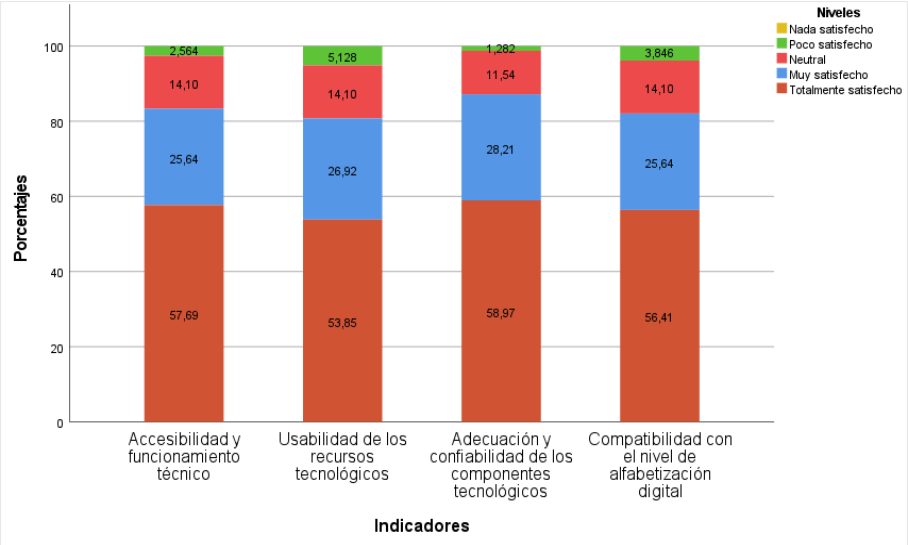


Figura 5.4. Resultados de satisfacción en la dimensión de uso tecnológico.

En la Figura 5.4 se analiza la satisfacción respecto de la dimensión de uso tecnológico, considerando cuatro indicadores. Al respecto, se establece que, en el indicador de accesibilidad y funcionamiento técnico, el 57,69 % se encuentra totalmente satisfecho, el 25,64 % están muy satisfechos, el 14,10 % se encuentra en una posición neutral y solo 2,56 % se mantiene poco satisfecho. Mientras que, en la usabilidad de los recursos tecnológicos el 53,85 % está totalmente satisfecho, con un porcentaje del 26,92 % está muy satisfecho, el 14,10 % se encuentra neutral y el 5,13 % está poco satisfecho. En el tercer indicador referente a la adecuación y confiabilidad de los componentes tecnológicos el 58,97 % se encuentra totalmente satisfecho, el 28,21 % muy satisfecho, el 11,54 % neutral y el 1,28 % poco satisfecho. En el último indicador que define la compatibilidad con el nivel de alfabetización digital el 56,41 % se encuentra totalmente satisfecho. El 25,64 % muy satisfecho, el 14,10 % en una posición neutral y solo el 3,85 % se encuentran poco satisfechos.

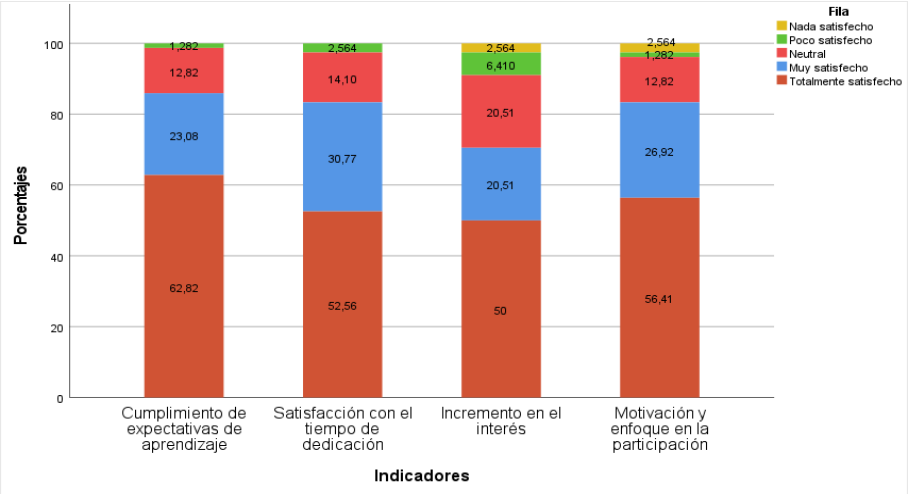


Figura 5.5. Resultados de satisfacción en la dimensión de motivación y satisfacción estudiantil.

Finalmente, en la Figura 5.5 se muestran los resultados de satisfacción de los estudiantes respecto a la dimensión de motivación y satisfacción. En ella se observa que la gran mayoría de los estudiantes se encuentran entre totalmente satisfechos y muy satisfechos. Con detalle, en el indicador del cumplimiento de expectativas de aprendizaje el 62,82 % se encuentra totalmente satisfecho, el 23,08 % muy satisfecho, el 12,82 % en una posición neutral y solamente el 1,282 % manifiesta encontrarse poco satisfecho. Respecto al segundo indicador, correspondiente a la satisfacción con el tiempo de dedicación, el 52,56 % se encuentra totalmente satisfecho, el 30,77 % muy satisfecho, el 14,10 % neutral y el 2,564 % poco satisfecho. El indicador de incremento de intereses es el que tiene un menor porcentaje de totalmente satisfecho respecto al resto, con solo un 50%, 20,51 % para muy satisfecho y el mismo porcentaje se ubicó en una posición neutral, 6,41 % para poco satisfecho y 2,564 % para nada satisfecho. Finalmente, el último indicador referente a la motivación y enfoque en la participación, el 56,41 % se encuentra totalmente satisfecho, el 26,92 % muy satisfecho, el 12,82 % neutral, el 1,282 % poco satisfecho y el 2,564 % nada satisfecho.

Para la segunda parte de los resultados, se analizaron las calificaciones en la asignatura de Matemáticas, antes y después de la aplicación del laboratorio virtual de Matemáticas (primer y segundo trimestre, respectivamente). El primer paso fue examinar la normalidad de los datos. Para ello, se planteó una hipótesis nula **(**H_0) que refiere que los datos siguen una distribución normal y una hipótesis alternativa (H_1) que manifiesta que los datos no siguen una distribución normal. A continuación, se realizó la prueba de normalidad en el software SPSS, detallada en la Tabla 5.2.

Tabla 5.2. Resultados de prueba de normalidad de datos.

Pruebas de normalidad						
	Kolmogórov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Rendimiento académico antes de la intervención	0,102	78	0,042	0,962	78	0,02
Rendimiento académico después de la intervención	0,108	78	0,025	0,952	78	0,005
a. Corrección de significación de Lilliefors						

Fuente. Prueba elaborada con las calificaciones de los estudiantes antes y después de la aplicación del laboratorio virtual de Matemáticas para determinar la normalidad de los datos.

Los datos analizados son de 78 estudiantes. Por lo que, se aplicó el test de normalidad Kolmogórov-Smirnov, dando un valor de significancia de 0,042 para la variable de rendimiento académico antes de la intervención y 0,025 para la variable de rendimiento académico después de la intervención. Por lo tanto, al ser los dos valores menores al valor de significancia de 0,05 en ambas variables, se rechaza H_0 y se acepta H_1, por lo que, se infiere que los datos no tienen una distribución normal. Por lo tanto, el siguiente paso fue aplicar la prueba estadística no paramétrica de Wilcoxon para muestras relacionadas.

Para aplicar el estadístico de prueba Wilcoxon para muestras relacionadas, se describe bajo el planteamiento de las siguientes hipótesis, H_0: No existe diferencia significativa entre el rendimiento académico de los estudiantes de 8vo grado de EGB subnivel superior antes y después de la implementación del laboratorio virtual de Matemáticas; H_1: Existe una diferencia significativa entre el rendimiento académico de los estudiantes de 8vo grado de EGB subnivel superior antes y después de la

implementación del laboratorio virtual de Matemáticas. Los resultados son socializados en la Tabla 5.3.

Tabla 5.3. Prueba estadística de Wilcoxon para muestras relacionadas

Estadísticos de prueba[a]	
	Rendimiento académico después de la intervención Rendimiento académico antes de la intervención
Z	-6,924[b]
Sig. asin. (bilateral)	,001
a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon	
b. Se basa en rangos negativos.	

Fuente. Prueba estadística de Wilcoxon para muestras relacionadas realizada mediante el software SPSS para determinar si existe una diferencia significativa en el rendimiento académico de los estudiantes antes y después de la intervención.

Con base en los datos presentados en la Tabla 5.3 de la prueba de rangos con signo de Wilcoxon, el estadístico $Z = -6{,}924$ y un nivel de significancia $p = 0{,}001$ $(p < 0{,}05)$ permiten rechazar la hipótesis nula. En consecuencia, existe una diferencia estadísticamente significativa entre el rendimiento académico antes y después de la implementación del laboratorio virtual de Matemáticas.

El signo negativo de Z refleja la dirección del cambio, sugiriendo que las puntuaciones después de la intervención fueron consistentemente mayores o menores según cómo se definió la recta (después–antes). Dado que, el análisis busca evidenciar mejora tras la intervención, el resultado respalda que la implementación produjo un cambio notable en el rendimiento académico. Estos hallazgos respaldan la efectividad de la intervención aplicada y justifican su consideración como una estrategia válida para fortalecer el desempeño estudiantil. El valor de la diferencia en los promedios es de 0,2869 como se detalla en la Tabla 5.4.

Tabla 5.4. Media antes y después de la intervención.

Antes de la intervención	Después de la intervención	Diferencia de medias
8,94	9,2269	0,2869

Fuente. Diferencia de medias entre los resultados previos a la implementación del laboratorio virtual de Matemáticas y posterior a su aplicación.

Por último, se aplica el estadístico de prueba Rho de Spearman para determinar si existe una correlación entre la satisfacción de la implementación del laboratorio virtual de Matemáticas y el rendimiento académico. Estableciendo lo siguiente H_0: No existe correlación entre las variables implementación del laboratorio virtual de Matemáticas y el rendimiento académico de los estudiantes. Además, de la H_1: Existe correlación entre las variables implementación del laboratorio virtual de Matemáticas y el rendimiento académico. Teniendo los resultados socializados en la Tabla 5.5.

El coeficiente de Rho de Spearman es $\rho = 0{,}126$ con un nivel de significancia de $p = 0{,}271$ ($p > 0{,}05$). Esto indica que no se rechaza la H_0 y no se encontró evidencia estadística suficiente para aceptar H_1, es decir, no existe una correlación estadísticamente significativa entre el nivel de satisfacción respecto de la implementación del laboratorio virtual de Matemáticas y el rendimiento académico posterior a la intervención. Los resultados encontrados, destacan una correlación positiva muy débil entre las variables de investigación. Según los datos de esta muestra, la satisfacción percibida por los estudiantes no guarda una relación directa o concluyente con su desempeño académico medido posteriormente. La relación entre la satisfacción y el rendimiento académico es positiva pero muy débil y carece de significancia estadística. Es decir, a mayor satisfacción, tendería a aumentar ligeramente el rendimiento, pero la

relación es casi inexistente en magnitud. Estos hallazgos sugieren que otros factores distintos al nivel de satisfacción podrían tener un mayor peso en el rendimiento posterior a la intervención.

Tabla 5.5. Correlación entre la implementación del laboratorio virtual de Matemáticas y el rendimiento académico

Correlaciones				
			Nivel de satisfacción de los estudiantes con respecto a la implementación del laboratorio virtual de Matemáticas	Rendimiento académico después de la intervención
Rho de Spearman	Nivel de satisfacción de los estudiantes con respecto a la implementación del laboratorio virtual de Matemáticas	Coeficiente de correlación	1,000	0,126
		Sig. (bilateral)	.	-,271
		N	78	78
	Rendimiento académico después de la intervención	Coeficiente de correlación	,126	1,000
		Sig. (bilateral)	,271	.
		N	78	78

Fuente. Prueba estadística Rho de Spearman aplicada en el software SPSS para determinar si existe correlación entre las variables de estudio.

Discusión

La presente investigación analizó la relación entre la satisfacción de la implementación del laboratorio virtual de Matemáticas y el rendimiento académico. Pues, se concibe que, esta estrategia didáctica permite mejorar la motivación y la implicación académica de los estudiantes al demostrar de manera palpable los conocimientos (Herrera y Hernández, 2023). Se ha verificado que utilizar el laboratorio virtual en la criticidad de conceptos matemáticos favorece la capacidad de comprensión, el análisis de conceptos y el aprendizaje; propiciando y mejorando la adquisición de habilidades cognitivas y competencias básicas del estudiante (Lezcano y Velásquez, 2017).

Por ello, se planteó una encuesta de satisfacción al alumnado para determinar la perspectiva que tienen con respecto a esta estrategia, desde las dimensiones de diseño pedagógico; interacción y participación; impacto en el aprendizaje; uso tecnológico y; motivación y satisfacción del estudiante, con cuatro indicadores correspondientes para cada una, en concordancia con los lineamientos propuestos por Gañan, 2020; Puga et al., 2023; Moreno et al., 2023; Robles et al., 2022; y Lara et al., 2022. Los resultados demuestran que los alumnos se encuentran entre satisfechos y muy satisfechos sobre todo en los indicadores de retroalimentación docente, interacción docente-estudiante, secuencialidad, estructura didáctica y el proceso metodológico que lleva a cabo su aplicación.

Estos resultados se asemejan a los hallazgos de Chuquihuanca et al., (2021) quienes en su estudio manifiestan el alto provecho y satisfacción académica de esta estrategia, puesto que, los estudiantes desarrollan la capacidad de cuestionar, conjeturar, buscar, experimentar, analizar y concluir, en definitiva, aprender. De igual forma, Cox et al., (2022) refuerzan este análisis al sostener que la satisfacción estudiantil respecto al laboratorio virtual de Matemáticas es significativa, ya que, permite

la experimentación activa de los conceptos aprendidos, demostrando de manera palpable los elementos matemáticos. Esto es corroborado por Lezcano y Velásquez (2017), quienes refuerzan la eficiencia y satisfacción de esta estrategia, dado que, al utilizarla permite que los objetos matemáticos se tornen novedosos y agradables para los estudiantes, propiciando así una interacción lúdica para el desarrollo de habilidades cognitivas mediante la exploración y análisis crítico y atractivo de los contenidos.

En cuanto a los resultados del análisis de las calificaciones se demuestra que existe una mejora en las notas de los estudiantes antes y después de la aplicación del laboratorio virtual, con una diferencia de medias de 0,2869. Estos hallazgos son similares a los del estudio de Lara et al., (2022) quienes manifestaron una diferencia de calificaciones de aproximadamente 0,5875 al aplicar esta estrategia, además, se evidenció la existencia de un aprendizaje activo, la toma de decisiones, autonomía, razonamiento y comprensión de contenidos. Robles et al., (2022) sostienen este análisis, sustentando que, utilizar el laboratorio virtual de Matemáticas, no solo provoca un impacto positivo en el aprendizaje, también logra una diferencia destacable en el rendimiento académico al conseguir la consciencia de los conceptos matemáticos estudiados, resolviendo dudas y problemas contextuales.

No obstante, se considera el criterio de Rocha et al., (2021) y León et al., (2021), quienes aseveran que, si bien el uso de estrategias innovadoras impacta significativamente en el rendimiento académico, los factores psicológicos, emocionales y sociales también influyen en dicho proceso. En concordancia con estos planteamientos, los resultados de la investigación evidencian, mediante la prueba de rangos con signo de Wilcoxon, una diferencia estadísticamente significativa entre el rendimiento académico antes y después de la intervención ($p < 0,05$), lo

que confirma el efecto positivo del laboratorio virtual de Matemáticas en el desempeño estudiantil.

Sin embargo, el análisis de correlación de Spearman indica que no existe una relación estadísticamente significativa entre el nivel de satisfacción de los estudiantes respecto a la implementación del laboratorio virtual y el rendimiento académico alcanzado ($p > 0,05$). Es decir, aunque los estudiantes mejoraron su desempeño después de la intervención, este incremento no se encuentra asociado de manera significativa con su nivel de satisfacción, lo que sugiere que otros factores adicionales podrían estar incidiendo en el rendimiento académico.

Dichos resultados son semejantes a los expuestos por Arana (2018) quien realizó una intervención cuasi-experimental con resultados positivos en el rendimiento académico, sin embargo, no encontró evidencia estadística que determine una correlación positiva entre la aplicación del laboratorio y la mejoría de las calificaciones, reforzándolo con la actitud de los estudiantes frente a la asignatura, la cual no identificó un perfeccionamiento positivo, atañéndole esto a el tiempo corto de intervención y la falta de alfabetización digital en los estudiantes, recalcando también los factores de tipo contextual, psicológico, emocional y social que se ven inmersos en la construcción del rendimiento académico.

No obstante, estos hallazgos no son coincidentes con la investigación de Tabares (2021) quien destaca que esta estrategia didáctica, sí mantiene una correlación estadísticamente significativa y positiva con el rendimiento académico, mejorando las calificaciones cuantitativas y creando un aprendizaje que perdura en el tiempo al marcar una diferencia antes y después de su implementación. Este último criterio es reforzado por los hallazgos de Alarcón y Chauca (2023), quienes recalcan una correlación positiva entre el laboratorio virtual y el rendimiento

académico, debido a que responde a las necesidades actuales de los educandos en un mundo digitalizado, llamando e incentivando la atención, motivación e interés de los estudiantes.

Por lo que, una explicación plausible a los hallazgos encontrados en la diferencia de resultados en la correlación se sustenta con la presencia de diversos factores mediadores. Tabares (2021) y Alarcón y Chauca (2023) enlistan en sus estudios algunos de ellos, entre los más importantes: las nueve semanas (una clase por semana) de la presente investigación; también se considera la alfabetización digital, la cual pudo haber condicionado el uso adecuado de las herramientas, limitando el aprovechamiento correcto de la estrategia; finalmente, se consideran el acompañamiento pedagógico en los factores contextuales como la motivación intrínseca y el estado emocional y socioemocional de los estudiantes que dictaminan un factor determinante en el rendimiento académico. Estos elementos, sustentan el por qué probablemente no se alcanzó una correlación significativa, a diferencia de otros estudios que contaron con condiciones de implementación prolongada, mayor alfabetización digital y un acompañamiento pedagógico más delimitado.

En resumen, los resultados encontrados en la correlación de las variables de estudio se explican bajo la premisa de que, el rendimiento académico puede estar influenciado por múltiples factores y la satisfacción no necesariamente implica aprendizaje efectivo o mejora de las calificaciones de los estudiantes. Si bien la estrategia didáctica puede estar vinculada a una mejora en el desempeño académico, como lo demuestra el estadístico no paramétrico de Wilcoxon, con respecto a las calificaciones antes y después de la implementación del laboratorio virtual de Matemáticas, no constituye por sí sola un factor determinante, como lo demuestra la prueba Rho de Spearman al destacar que no existe una correlación estadísticamente significativa entre la satisfacción de la

implementación del laboratorio virtual de Matemáticas y el rendimiento académico de los estudiantes.

Esta última idea es destacada por Moreno et al., (2023) y Lara et al., (2022) quienes entre sus resultados destacaron que al momento de aplicar esta estrategia es fundamental considerar diversos factores que inciden en el proceso de aprendizaje y dictaminan los resultados, enunciando la falta de tiempo, así como factores socioemocionales, contextuales, cognitivos y personales que influyen de manera significativa en el rendimiento de los estudiantes, limitando por sí sola la aplicación de esta estrategia sin la consideración correcta de la variación de estos factores.

Conclusiones

La aplicación del laboratorio virtual de Matemáticas evidenció un incremento leve en la media de las calificaciones entre la medición antes y después de la intervención (0,29/10,00), con diferencia estadísticamente significativa según la prueba de Wilcoxon. Sin embargo, debido al diseño preexperimental sin grupo de control, no es posible afirmar que la estrategia, por sí sola, haya sido el factor determinante del cambio observado.

Los estudiantes reportaron un nivel alto de satisfacción con respecto a la implementación del laboratorio virtual; un coeficiente de correlación de Spearman que demostró que dicha satisfacción no guarda una relación significativa con el rendimiento académico. Lo cual, sugiere la necesidad de distinguir entre la percepción positiva de la experiencia pedagógica y la evidencia objetiva de mejora en los aprendizajes.

Existe una diferencia entre la correlación encontrada en la presente investigación, y estudios previos, lo cual podría explicarse por el impacto de ciertos factores como la brevedad de la intervención, la falta

de alfabetización digital y el acompañamiento pedagógico en elementos de tipo contextual y motivacional intrínseco.

Limitaciones y trabajos futuros

A pesar de los hallazgos ligeramente positivos, para robustecer la evidencia sobre el impacto de la implementación del laboratorio virtual de Matemáticas en el aprendizaje, es necesario considerar los posibles factores de tipo contextual, socioemocional, cognitivos y de limitación de tiempo en el que se desarrolla el estudio, para determinar de manera adecuada la correlación entre las variables de investigación. Así también, la ausencia de un grupo de control no permitió contrastar si los cambios observados se debieron a la intervención o a factores externos, por lo que, de cara a futuros trabajos se recomienda la implementación de diseños que incluyan un grupo de control equivalente para robustecer la precisión de los hallazgos.

Referencias bibliográficas

Alarcón, J. y Chauca, F. (2023). Laboratorio matemático y aprendizaje de las matemáticas en estudiantes del 2° grado secundaria I.E "José Faustino Sánchez Carrión N°0051" Ugel 06-Carapongo-Lima, 2023. *IGOBERNANZA*, *6*(23), 144–181. https://doi.org/10.47865/igob.vol6.n23.2023.292

Arana, W. (2018). *Experiencia de un laboratorio virtual de Matemáticas diseñado en la plataforma Moodle [Congreso de Investigación y Pedagogía, Universidad Pedagógico y Tecnológica de Colombia].* http://repositorio.uptc.edu.co/handle/001/5888

Arias, F. (2012). *El proyecto de investigación. Introducción a la metodología científica. Editorial Episteme.*

Cappello, V. (mayo 2019). Software para el mejoramiento del aprendizaje de la Matemáticas en las carreras de Ingeniería. Una experiencia del Laboratorio de MatemaTICa en la UTN FRLP. *VI Jornadas de Enseñanza e Investigación Educativa en el campo de las Ciencias Exactas y Naturales.* Universidad Nacional de la Plata, Buenos Aires, Argentina. https://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/78507

Chuquihuanca, N., Fernández, M. M., Girón, R. A., Vásquez, C. E., y Ganoza, L. M. (2021). Material educativo gráfico, una opción para desarrollar capacidades en el área de Matemática. *Revista de la Universidad del Zulia, 12(33), 20-33.* https://doi.org/10.46925//rdluz.33.03

Cox, F., González, D., Magreñán, A. y Orcos, L. (2022). Enseñanza de estadística descriptiva mediante el uso de simuladores y laboratorios virtuales en la etapa universitaria. *Bordón. Revista de Pedagogía*, *74*(4), 103–123. https://doi.org/10.13042/Bordon.2022.94121

Enríquez, C., Elizalde, F. y Herrero, M. (2023). Evaluando la efectividad del aula invertida y de un laboratorio virtual para alumnos de educación básica durante la pandemia. *RIDE Revista Iberoamericana de Investigación y Desarrollo, 13(25).* https://doi.org/10.23913/ride.v13i25.1368

Gañan, D. (2020). Diseño de un laboratorio virtual para la enseñanza y aprendizaje de la cinemática mediante el uso del software GeoGebra. *Revista Números, (104)147-169.* https://scpmluisbalbuena.org/revista_numeros/104/

Herrera, C. y Hernández, D. (2023). Aplicaciones del Modelo Heurístico "DONALD" en el Curso de Laboratorio de Matemáticas. *EducaT: Educación Virtual, Innovación Y Tecnologías, 4(2), 61-76.* https://doi.org/10.22490/27452115.7308

Ibarra, J., Chasi, M., Maila, C. y Bustillos, D. (2025). Integración de tecnologías digitales y gamificación en la enseñanza de matemáticas, físicas y química en la educación superior: impacto en la comprensión conceptual y la resolución

de problemas. *Reincisol., 4(7), 3226–3245.* https://doi.org/10.59282/reincisol.V4(7)3226-3245

Instituto Nacional de Evaluación Educativa [INEVAL]. (2016). *Informe de resultados Nacional. Ser Bachiller Año lectivo 2015 – 2016. [Archivo PDF].* https://cloud.evaluacion.gob.ec/dagireportes/nacional/2015-2016.pdf

Instituto Nacional de Evaluación Educativa [INEVAL]. (2018a). *Educación en Ecuador. Resultados de PISA para el Desarrollo. [Archivo PDF]* https://www.evaluacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/12/CIE_InformeGeneralPISA18_20181123.pdf

Instituto Nacional de Evaluación Educativa [INEVAL]. (2018b). *Informe de resultados Nacional. Ser Bachiller Año lectivo 2017 – 2018. [Archivo PDF]* https://cloud.evaluacion.gob.ec/dagireportes/nacional/2017-2018.pdf

Instituto Nacional de Evaluación Educativa [INEVAL]. (2020). *Informe de resultados Nacional. Examen de grado Año lectivo 2019 – 2020. [Archivo PDF]* https://cloud.evaluacion.gob.ec/dagireportes/nacional/2019-2020.pdf

Lara, L., Pérez, M., Villalobos, P., Villa, V., Orozco, J. y López, L. (2022). Uso de laboratorios virtuales como estrategia didáctica para el aprendizaje activo. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 6(1), 4211-4223.* https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i1.1794

León, X., Mendoza, M. y Gilar, R. (2021). Clima de aula y rendimiento académico. *Revista Venezolana de Gerencia, 26(5), 140-156.* https://doi.org/10.52080/rvgluz.26.e5.10

Lezcano, J. y Velásquez, E. (2017). *Diseño de un laboratorio de Matemáticas para el fortalecimiento del proceso enseñanza-aprendizaje [Tesis de maestría, Universidad Pontificia Bolivariana].* http://hdl.handle.net/20.500.11912/3638

Madonna, C. y Gómez Esquinas, M. I. (2015). Los laboratorios matemáticos y el proyecto Matematita. *Didácticas Específicas, (12).* https://revistas.uam.es/didacticasespecificas/article/view/491

Martínez, L. (2022). Algunas apreciaciones acerca del concepto crítico de demostración. *Logos. Anales del Seminario de Metafísica*, *55*(1), 109-124. https://doi.org/10.5209/asem.76153

Mera, C. y Puyol, J. (2024). Importancia de la utilización del laboratorio virtual y los simuladores PHET en el aprendizaje de la física y la Matemáticas en el nivel de Bachillerato. *Revista Científica Multidisciplinar G-Nerando, 5(2), 2275–2290.* https://doi.org/10.60100/rcmg.v5i2.363

Moreno, M., Benavidez, C. y Martínez, R. (2023). Guía metodológica para el uso de herramientas digitales en la enseñanza aprendizaje de la matemática. *Polo del conocimiento, 8(9), 1680-1705.* https://doi.org/10.23857/pc.v8i9.6108

Morgan, M. (2007). Trends and challenges for the peruvian universities' libraries in the management of academic knowledge. *Revista Digital De Investigación En Docencia Universitaria, 3(2), 15.* https://doi.org/10.19083/ridu.3.17

Muñoz, D. y Guillén, J. (2025). El rol pedagógico del laboratorio de matemáticas en el desarrollo de competencias. *Cuaderno De Pedagogía Universitaria*, *22*(43), 44–61. https://doi.org/10.29197/cpu.v22i43.644

Pivaque, E., Giler, P., Guerrero, D. y Macias, J. (2022). Problemas familiares y su afectación en cuanto al rendimiento académico estudiantil. *Polo del Conocimiento,* 7(8), 2727-2741. https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/4535

Puga, K., Martínez, J. Puga, M. y Martínez, J. (2023). Implementación de un laboratorio virtual de Matemáticas. *Revista Electrónica ANFEI Digital, (15).* https://www.anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/884

Redondo, V. y Martínez, F. (2024). Revisión sistemática sobre la relación resiliencia-rendimiento académico del alumnado en educación obligatoria: análisis de evaluaciones a gran escala. *Aula Abierta*, *53*(1), 37–45. https://doi.org/10.17811/rifie.20419

Robles, V., Ramírez, M. y Flores, J. (2022). Integración de un laboratorio virtual en un ciclo de aprendizaje 4MAT evaluado con el modelo Kirkpatrick. *Revista de Estilos de Aprendizaje, 15(30), 45–65.* https://doi.org/10.55777/rea.v15i30.4524

Rocha, C., Santiago, N. y Borré, Y. (2021). Funcionalidad familiar y rendimiento académico en estudiantes de ciencias de la salud: una revisión sistemática. *Revista Salud Uninorte, 37(2), 465-487.* https://doi.org/10.14482/sun.37.2.610.23

Salazar, F., Quesada, L., Tamargo, A. y Barboza, J. (2025). Laboratorios virtuales: Innovación en la Educación Superior de Física y Química durante la pandemia COVID-19. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 9(2), 1079-1093.* https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i2.16933

Sepúlveda, J. (2023). *Semillas de conocimiento desde la investigación formativa.* Corporación Universitaria Americana.

Tabares, C. (2021). *Laboratorio virtual de Matemáticas en la enseñanza de inecuaciones de segundo orden [Tesis doctoral, Universidad Católica de Pereira].* http://hdl.handle.net/10785/7345_

Capítulo 6

WolframAlpha como herramienta didáctica para apoyar el aprendizaje de Álgebra Lineal

Ángel Klever Orellana Malla
Universidad Nacional de Loja, Facultad de la Educación, el Arte y la Comunicación, Loja, Ecuador
angel.k.orellana@unl.edu.ec

Elsa Ximena Chalán Gualán
Universidad Nacional de Loja – Alumni, Loja, Ecuador
elsa.chalan@unl.edu.ec

Resumen

Este estudio presenta una revisión documental cualitativa sobre el uso de WolframAlpha en la enseñanza de álgebra lineal. Se buscaron artículos y tesis en Scopus, Redalyc, SciELO, Dialnet y Google Académico (2009–2025; en español e inglés), con criterios de inclusión orientados a contextos educativos y reporte de resultados o descripciones de uso. Por un lado, de 14 estudios, las categorías más frecuentes fueron: explicaciones paso a paso, visualizaciones, capacidad de búsqueda, integración con otro software, aplicación móvil y usabilidad/interfaz; por otro lado, de 19 estudios las características en cuanto a su implementación en el ambiente de aprendizaje se destacan: procesamiento del lenguaje natural, algoritmos matemáticos, recursos adicionales, interfaz de usuario amigable, motor de generación de resultados y gran enciclopedia. La evidencia sugiere que WolframAlpha puede facilitar la comprensión procedimental y la representación

geométrica de contenidos (matrices, transformaciones), pero persisten vacíos sobre impacto en aprendizaje a largo plazo y transferencia. Se discuten implicaciones didácticas y líneas futuras como intervenciones controladas, formación docente y evaluación de aprendizajes.

Palabras clave: WolframAlpha, álgebra lineal, aprendizaje interactivo, herramientas tecnológicas

Introducción

La educación actual ha evolucionado hacia un enfoque dinámico, donde el objetivo es guiar al estudiante en la construcción de su propio conocimiento utilizando las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC). En tal sentido, Castañeda (2014) destaca que los estudiantes cada vez están más inmersos en entornos digitales, lo que facilita la abstracción de nuevos conocimientos y mejora el aprendizaje.

Uno de los principales obstáculos para integrar las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje es la insuficiente formación y actualización docente en competencias digitales, lo que limita su uso pedagógico Triana et al., (2025). En muchos casos, las TIC se utilizan como fuente de entretenimiento y no como un recurso clave para la construcción de conocimiento significativo, lo que refleja una escasa integración de estas herramientas en la praxis pedagógica.

La asignatura de matemáticas es conocida por su complejidad en la enseñanza-aprendizaje, por lo que, los docentes buscan herramientas didácticas y tecnológicas que faciliten el desarrollo de competencias digitales en los estudiantes. Balarezo et al., (2019) señalan que, a pesar del potencial de las TIC, su aplicación en la enseñanza de temas matemáticos todavía es poco común y a menudo se realiza de manera

no interactiva, limitando la función de una variedad de plataformas existentes en Internet.

Investigaciones como Murcia y Córdoba (2009) en Colombia demuestran que la implementación de estrategias activas apoyadas en las TIC para la enseñanza de matemáticas, incluida el álgebra lineal, ha mostrado resultados positivos. En la Universidad Católica Popular del Risaralda, estas estrategias ayudaron a nivelar los conocimientos de los estudiantes, permitiéndoles alcanzar las competencias mínimas en matemáticas.

Por otro lado, Alvites-Huamaní (2017) realizó una investigación en Perú sobre el uso de un programa para desarrollar habilidades matemáticas con el apoyo de las TIC. La investigación concluyó que "la implementación de estas herramientas mejoró significativamente el aprendizaje de los estudiantes, quienes lograron avanzar a niveles de desempeño regular, bueno y muy bueno con porcentajes de 10 %, 86.7 % y 3.3 %, respectivamente" (p. 29). Este estudio resalta cómo las TIC pueden ser beneficiosas en la enseñanza del álgebra lineal, proporcionando a los estudiantes las herramientas necesarias para entender conceptos complejos de manera más efectiva.

En Ecuador, investigaciones recientes han explorado la aplicación de las TIC en el aula. Sani y Jordan (2021) evaluaron el uso del programa WolframAlpha para enseñar funciones trigonométricas a estudiantes de primer año de Bachillerato General Unificado (BGU) en el Colegio Particular Mixto Interandino. Los resultados sugieren que este recurso es valioso para el aprendizaje de temas incluidos en la rama de la Matemática, existiendo interés de estudiantes y docentes con respecto a su aplicación en el contexto educativo.

El uso de herramientas digitales como WolframAlpha facilita la abstracción y aplicación de conocimientos matemáticos de manera eficiente. La clave para una enseñanza efectiva en el contexto actual radica en la formación continua de los docentes, quienes deben actualizar sus metodologías y recursos para adaptarse a los avances tecnológicos y mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje, especialmente en temas complejos como álgebra lineal.

La información presentada anteriormente confluye en la generación de las siguientes preguntas de investigación: ¿Qué características de este recurso favorecen al aprendizaje de álgebra lineal? y ¿Cómo se implementa WolframAlpha para el aprendizaje del álgebra lineal?

Revisión de literatura

El álgebra lineal es, indudablemente, una parte de la matemática que ha despertado mucho interés en la determinación de metodologías para el proceso de enseñanza-aprendizaje; así, desde la elaboración de material didáctico hasta el desarrollo de aplicaciones digitales, mediante el álgebra computacional (Manzanares-Balmaceda, García-Castro, Flores-Vallejos, Briones-Rugama, & Herrera-Castrillo, 2025), para simular distintos escenarios de aplicación en contextos del estudiantado. Sin embargo, existen pocas revisiones documentales centradas específicamente en el aprendizaje del álgebra lineal a través de herramientas digitales que faciliten su entendimiento.

WolframAlpha es una de estas herramientas que permite solucionar ecuaciones y realizar operaciones con vectores y matrices, así como solucionar, expandir, factorizar y hallar raíces de expresiones polinómicas; solucionar discontinuidades, asíntotas de funciones racionales, simplificación de funciones y expresiones algebraicas;

propicia propiedades y cálculos de matrices; y, descubre el dominio y codominio de los conjuntos y funciones.

La implementación de las funcionalidades de WolframAlpha para el aprendizaje de Álgebra Lineal mejora la comprensión de conceptos complejos, por lo tanto, integrarla en el proceso educativo puede beneficiar a los estudiantes de varias maneras, por ejemplo, WolframAlpha proporciona soluciones detalladas paso a paso, lo que ayuda a los estudiantes a entender cómo resolver problemas de álgebra lineal, descomponiéndolos en pasos manejables y facilitando una comprensión más profunda (Gayoso et al., 2021).

Asimismo, la capacidad de generar gráficos y diagramas facilita la comprensión de conceptos abstractos como espacios vectoriales, transformaciones lineales y matrices. Según Singh et al., (2021) la visualización gráfica ayuda a que los estudiantes creen representaciones geométricas de los problemas, fortaleciendo la conexión entre las matemáticas abstractas y sus aplicaciones prácticas.

WolframAlpha ofrece acceso a numerosos recursos adicionales y ejemplos útiles para la práctica y el autoaprendizaje, los cuales complementan el material de clase y proporcionan a los estudiantes más oportunidades para explorar y entender los conceptos a su propio ritmo. La capacidad para manejar cálculos complejos y grandes conjuntos de datos es especialmente beneficiosa en álgebra lineal avanzada (Malykh et al., 2021, p. 68). Los estudiantes pueden usar WolframAlpha para resolver problemas demasiado laboriosos a mano, permitiéndoles centrarse en la comprensión teórica y la aplicación práctica de los conceptos.

Metodología

Fuentes y corpus

Este estudio tiene enfoque cualitativo y es de tipo documental. Se revisaron fuentes primarias y secundarias (artículos, tesis y libros). Tras la sistematización, se conformó un corpus de 14 estudios que hacen referencia a las características de esta aplicación, y 19 estudios orientados a estudiar las particularidades en cuanto a su implementación en los ambientes de aprendizaje; esta información contribuyó para entender las características de WolframAlpha y su apoyo en el aprendizaje del álgebra lineal.

Instrumentos

El diseño de la investigación es no experimental, con carácter transversal, ya que se basó en investigaciones previas para establecer características favorables sobre las variables de estudio. Para determinar las características de la aplicación WolframAlpha así como su implementación orientada a favorecer el aprendizaje del álgebra lineal, se ha realizado una revisión documental en diferentes bases de datos e indexadores como Dialnet, SciELO, Google Académico, Redalyc y Scopus. La información obtenida fue sistematizada mediante la técnica de *análisis documental* empleando como instrumento la *matriz de análisis* como elemento metodológico de investigación y revisión bibliográfica.

Procedimientos

Las ecuaciones de búsqueda más utilizadas fueron: "WolframAlpha" + "Herramienta Educativa", "WolframAlpha" + "Álgebra Lineal", "WolframAlpha" + "Ventajas en Educación", "Álgebra Lineal" + "Tecnología Educativa", y "Aprendizaje" + "WolframAlpha". Se empleó

una bitácora de búsqueda que incluyó los siguientes elementos: motor de búsqueda, ecuaciones de búsqueda, resultados relevantes (título), año de publicación, autor, enlace URL, tipo de investigación y comentario; esto facilitó el registro y análisis de las fuentes. Se empleó la técnica del fichaje y como instrumento las fichas de contenido. Estas fichas permitieron extraer información relevante de las fuentes bibliográficas analizadas, así como incluir comentarios y reflexiones personales, con el fin de describir cómo se implementa WolframAlpha en el aprendizaje. Posteriormente, la información se clasificó y categorizó en tablas.

Análisis de información

El estudio adopta un alcance descriptivo para explorar en profundidad cómo WolframAlpha apoya el aprendizaje de álgebra lineal. Así, se priorizaron estudios y artículos desde 2009 a 2025 con acceso completo a sus datos y metodologías, permitiendo una revisión detallada y transparente de los mismos. Cabe recalcar que se utilizaron criterios de inclusión tales como: documentos en inglés y español para facilitar el análisis y comprensión de la información; que ofrezcan contextos en el ámbito educativo, investigaciones con metodologías claras y definidas, estudios cualitativos, cuantitativos y mixtos con datos significativos para enriquecer el sustento teórico y bibliográfico de la investigación. Los criterios de exclusión fueron aquellos estudios orientados al apoyo del aprendizaje del álgebra computacional sin utilizar la aplicación WolframAlpha.

Resultados

A continuación, se presentan las características destacadas de WolframAlpha que mejoran el aprendizaje del álgebra lineal. Incluye explicaciones paso a paso que clarifican conceptos complejos,

visualizaciones interactivas para una comprensión visual y una amplia capacidad de búsqueda que cubre diversos temas. Además, su integración con otro software, disponibilidad móvil y una interfaz intuitiva con recursos adicionales que enriquecen la experiencia educativa, convirtiendo a WolframAlpha en una herramienta esencial para estudiantes y profesionales del álgebra lineal.

Tabla 6.1. Características de la aplicación WolframAlpha que favorecen el aprendizaje de álgebra lineal

Características	Núm. de estudios	Porcentaje	Autor
Explicaciones paso a paso	2	14,28 %	(Santos, 2016) (Ritter, 2021)
Visualizaciones	2	14,28 %	(Campuzano y Gonzabay, 2022) (Nguyen et al., 2020)
Capacidad de búsqueda y amplia gama de temas.	2	14,28 %	(Álvaro y Ortega, 2019) (Zong y Krishnamachari, 2023)
Integración con otro software	2	14,28 %	(González et al., 2018) (Castañeda, 2020)
Aplicación móvil	2	14,28 %	(Chávez et al., 2021) (Morelli, 2014)
Interfaz fácil de usar y proporciona recursos adicionales	4	28,57 %	(Guerrero y Gómez, 2017) (Arancibia, 2014) (Muñoz y Porras, 2018) (Resende y Martins, 2018)
Total	14	100 %	

La Tabla 6.1 detalla varias características de la aplicación WolframAlpha que según diferentes autores favorecen el aprendizaje de álgebra lineal. Por su parte, Santos (2016) y Ritter (2021) destacan las explicaciones paso a paso proporcionadas por WolframAlpha, las cuales ayudan a los estudiantes a comprender los procedimientos algebraicos de manera detallada. Campuzano y Gonzabay (2022) como Nguyen et al., (2020) resaltan las visualizaciones gráficas que ofrece la herramienta, facilitando la comprensión de conceptos abstractos como espacios vectoriales. Álvaro y Ortega (2019) como Zong y Krishnamachari (2023) mencionan la capacidad de búsqueda y la amplia cobertura de temas, que hacen de WolframAlpha una herramienta versátil y completa para consultas algebraicas. González et al., (2018), Castañeda (2020), Chávez et al., (2021) y Morelli (2014) enfatizan la integración con otro software y la disponibilidad como aplicación móvil, respectivamente, ampliando el acceso y la funcionalidad de la herramienta.

Por último, Guerrero y Gómez (2017), Arancibia (2014), Muñoz y Porras (2018) y Resende y Martins (2018) coinciden en la interfaz fácil de usar y los recursos adicionales proporcionados por WolframAlpha, que incluyen tutoriales y ejemplos prácticos, facilitando un aprendizaje más interactivo y completo del álgebra lineal. Estas características reflejan cómo WolframAlpha se posiciona como una herramienta integral y eficaz para estudiantes y educadores en el campo del álgebra lineal, combinando funcionalidad avanzada con accesibilidad y recursos educativos complementarios.

La Tabla 6.2 muestra cómo se implementa WolframAlpha para el aprendizaje de álgebra lineal.

Tabla 6.2. Implementación de WolframAlpha para el aprendizaje de álgebra lineal.

Características	Número de estudios	Porcentaje	Autor
Base de conocimiento	3	15,78 %	(González et al., 2018)
			(Arancibia y Vargas, 2014)
			(Segarra, 2022)
Recursos adicionales	3	15,78 %	(Castañeda, 2014)
			(Gayoso et al., 2021)
			(Bianco et al., 2020)
Procesamiento del lenguaje natural	4	21,05 %	(Álvaro y Ortega, 2019)
			(Singh et al., 2021)
			(Jeltsch, 2022)
			(Mora y Rodríguez, 2020)
Algoritmos matemáticos	3	15,78 %	(Arancibia y Vargas, 2014)
			(Muñoz y Porras, 2018)
			(Resende y Martins, 2018)
Interfaz de usuario	2	10,52 %	(Guerrero y Gómez, 2017)
			(Santos, 2016)
Motor de generación de resultados	2	10,52 %	(Campuzano y Gonzabay, 2022)
			(Chávez et al., 2021)
Gran enciclopedia didáctica	2	10,52 %	(Morelli, 2014)
			(Malykh et al., 2021)
Total	19	100 %	

Con la información de la tabla precedente sobre la implementación de WolframAlpha para mejorar el aprendizaje de álgebra lineal, autores como, González et al., (2018), Jornada (2014) y Segarra (2022) destacan que la base de conocimiento permite a los estudiantes acceder a definiciones, teoremas y propiedades fundamentales, ofreciendo gráficos, visualizaciones y ejemplos prácticos para ayudar a los

estudiantes a entender conceptos complejos. Las investigaciones de Castañeda (2014), Gayoso et al., (2021) y Bianco et al., (2020) resaltan la importancia de estos materiales complementarios para un aprendizaje efectivo.

WolframAlpha usa técnicas avanzadas de PLN para que los estudiantes puedan formular preguntas en lenguaje cotidiano y recibir respuestas matemáticas precisas; esta premisa es apoyada por Álvaro-Ortega (2019), Singh et al., (2021), Jeltsch (2022), Mora y Rodríguez (2020). De igual manera, Muñoz y Porras (2018), Resende y Martins (2018) y, Arancibia y Vargas (2014) señalan que la capacidad de ejecutar algoritmos matemáticos avanzados permite a los estudiantes resolver ecuaciones y problemas de álgebra lineal eficientemente. Santos (2016) y Guerrero y Gómez (2017) destacan una interfaz amigable para una interacción efectiva con la tecnología educativa.

Campuzano y Gonzabay (2022) como Chávez et al., (2021) indican que la plataforma utiliza un motor potente para generar resultados precisos y rápidos, lo que permite obtener respuestas inmediatas a consultas de álgebra lineal. WolframAlpha actúa como una enciclopedia didáctica, ofreciendo un compendio accesible de conocimientos matemáticos. Morelli (2014) y Malykh et al., (2021) sostienen este criterio, asegurando que una fuente de referencia integral es beneficiosa para el aprendizaje continuo y profundo.

Discusión

Al determinar las características de la aplicación WolframAlpha que favorecen el aprendizaje del álgebra lineal, se destaca su interfaz intuitiva y su capacidad para procesar el lenguaje natural. Estas características permiten a los estudiantes formular preguntas en lenguaje cotidiano y recibir respuestas precisas y rápidas, facilitando así un aprendizaje más

accesible y eficiente. Además, la plataforma ofrece recursos adicionales como gráficos y visualizaciones que ayudan a comprender conceptos abstractos. Estudios de autores como Guerrero y Gómez (2017), Santos (2016), Álvaro-Ortega (2019), Singh et al., (2021), Castañeda (2020) y Gayoso et al., (2021) respaldan la efectividad de estos elementos, subrayando la importancia de una herramienta educativa que no solo resuelve problemas, sino que también enriquece la experiencia de aprendizaje mediante diversos recursos interactivos y accesibles, facilitando así un aprendizaje profundo y comprensivo del álgebra lineal, potenciando tanto la accesibilidad como la interacción del estudiante con los conceptos matemáticos.

En términos de implementación para el aprendizaje de álgebra lineal, los estudios indican que WolframAlpha se integra en metodologías innovadoras que transforman la enseñanza de las matemáticas. Santos (2016) como Guerrero y Gómez (2017) subrayan que la plataforma actúa como una herramienta con interfaz de usuario intuitiva, fundamental para la comprensión de conceptos abstractos en álgebra lineal. Esta capacidad permite a los estudiantes interactuar directamente con representaciones matemáticas complejas de manera visual y dinámica, mejorando su comprensión y aplicación práctica.

Por otro lado, la funcionalidad de WolframAlpha para apoyar el aprendizaje del álgebra, según destacan Arancibia y Vargas (2014), Muñoz y Porras (2018), Resende y Martins (2018), se ve enriquecida por la incorporación de algoritmos matemáticos avanzados. Estos investigadores resaltan que WolframAlpha no solo facilita la resolución de problemas algebraicos, sino que también proporciona acceso a algoritmos sofisticados, permitiendo a los estudiantes explorar aplicaciones prácticas más complejas del álgebra y fortalecer su comprensión teórica y habilidades de resolución de problemas.

Además de las características mencionadas, es crucial destacar el papel de WolframAlpha en la personalización del aprendizaje y el desarrollo de habilidades de resolución de problemas en álgebra lineal. Según González et al., (2018), esta herramienta proporciona una base de conocimientos que facilita el acceso a información estructurada sobre temas específicos. Por otro lado, Castañeda (2020) resalta la importancia de los recursos adicionales disponibles en WolframAlpha para mejorar la comprensión de los estudiantes. Álvaro-Ortega (2019) menciona que el procesamiento del lenguaje natural que utiliza este recurso es una característica clave que facilita la interacción natural y la comprensión de información matemática compleja. Estas funciones indican que WolframAlpha promueve el aprendizaje personalizado, la resolución de problemas en álgebra lineal, y enriquece la experiencia educativa al proporcionar acceso a recursos estructurados y herramientas avanzadas de comprensión matemática.

Se ha identificado a través de estos estudios que WolframAlpha es una aplicación versátil en el aprendizaje del álgebra lineal. Autores como, Castañeda (2020) y González et al., (2018) destacan que funciona como una herramienta educativa que facilita la comprensión de conceptos matemáticos complejos. Estos investigadores coinciden en que su uso permite a los estudiantes interactuar de manera efectiva con problemas, proporcionando soluciones paso a paso que son fundamentales para una comprensión profunda.

Además, Álvaro-Ortega (2019), Resende y Martins (2018) subrayan que WolframAlpha actúa como material ilustrativo para la resolución de problemas, fortaleciendo la idea de su aplicación práctica en el aula para el apoyo en la comprensión de los conceptos algebraicos. Esto evidencia la efectividad de WolframAlpha como una herramienta integral para el aprendizaje y la enseñanza del álgebra lineal, ofreciendo recursos

interactivos y educativos que favorecen la experiencia académica de los estudiantes.

Conclusión

Se ha identificado que WolframAlpha posee diversas características beneficiosas para la enseñanza del álgebra lineal, entre las que destacan: explicaciones paso a paso, facilitando la comprensión detallada de los procedimientos algebraicos; visualizaciones gráficas, que ayudan a los estudiantes a entender conceptos abstractos como matrices y espacios vectoriales; capacidad de búsqueda y amplia cobertura de temas que hacen de este recurso didáctico una herramienta versátil para consultas algebraicas; la integración con otro software y su disponibilidad en aplicaciones móviles amplían su funcionalidad y accesibilidad. Su interfaz intuitiva con tutoriales y ejemplos prácticos se posiciona como una herramienta integral y eficaz para estudiantes y educadores.

Es necesario resaltar la importancia de WolframAlpha en el aprendizaje de álgebra lineal, se destacan varias funciones clave de la herramienta; además, se incluyen su base de conocimiento estructurado, recursos adicionales para complementar el aprendizaje, procesamiento del lenguaje natural para una interacción intuitiva, algoritmos matemáticos avanzados para resolver problemas complejos, una interfaz de usuario amigable y accesible, un motor de generación de resultados precisos, y su función educativa como enciclopedia didáctica.

Limitación de evidencia empírica y trabajos futuros

Al ser una revisión no sistemática existe posible sesgo en la selección de las fuentes, aspecto a tomar en cuenta en futuros estudios.

Otra de las limitaciones ciertamente es que para aprovechar todas las funcionalidades de este recurso es necesario contar con una versión de pago, sin embargo, la versión libre permite interactuar plenamente con las propiedades del álgebra lineal a través de este software.

Así mismo, es necesario realizar estudios más profundos a través de la intervención de grupos de observación y de control para obtener experiencias de la aplicación de este recurso en contextos específicos.

Referencias bibliográficas

Álvaro-Ortega, A. (2019). *Aplicaciones del servicio WolframAlpha para el aprendizaje de Matemáticas en el grado en ADE [Tesis de pregrado, Universidad Politécnica de Cartagena].* http://hdl.handle.net/10317/8311

Alvites-Huamaní, C. (2017). Herramientas TIC en el aprendizaje en el área de Matemática: Caso Escuela PopUp, Piura-Perú. *Hamut´ay. 4 (1), 18-30.* http://dx.doi.org/10.21503/hamu.v4i1.1393

Arancibia, G. y Vargas, I. (2014). *Workshop de integración de TIC en la docencia universitaria y el aula escolar: tendencia y desafíos-2014 [Archivo PDF]. UMCE.* https://n9.cl/hxyua

Balarezo, D., Cuasapaz, N., y Orozco, M. (2019). *Fortalecimiento del Proceso de Enseñanza y Aprendizaje de las Matemáticas mediante las TIC como herramienta didáctica [Tesis de grado, Universidad Nacional de Educación].* http://repositorio.unae.edu.ec/handle/56000/1094

Bianco, M., Cruz, P., y Fraquelli, A. G. (2020). Modelo epidemiológico SIR: Una aplicación de las ecuaciones diferenciales al SARS-CoV-2 (COVID-19). *Revista de Investigación en Modelos Matemáticos aplicados a la Gestión y la Economía, 1(7)* https://n9.cl/sokt6

Campuzano, G., & Gonzabay, E. (2022). Evaluating the Use of WolframAlpha for Linear Algebra Learning in Teleducation. [Evaluación del uso de Wolfram Alpha en el Aprendizaje de Algebra Lineal en Teleducación]. *Sinergias Educativas, 7(3)*. https://doi.org/10.37954/se.v7i2.372

Castañeda, D. (2014). *El uso de recursos TIC de matemática y su relación con el rendimiento académico en matemática de los estudiantes del primer curso de bachillerato general unificado del Colegio Menor Universidad Central del Ecuador, de la ciudad de Quito, 2013-201 [Tesis de grado, Universidad Nacional de Educación]*. http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/3569

Castañeda, K. (2020). *Actividades de aprendizaje para la enseñanza de la matemática utilizando GeoGebra y Wolfram Mathematica para estudiantes de décimo año de educación general básica de la Unidad Educativa "Capitán Edmundo Chiriboga" periodo septiembre 2019 – febrero 2020. Riobamba [Tesis de grado, Universidad Nacional de Chimborazo]*. http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/6516

Chávez, M., Caldera, M., González, V. (2021). Desarrollo de una aplicación para espacios vectoriales en álgebra lineal. *RECIE. Revista Electrónica Científica de Investigación Educativa, 5(2), 167-181*. https://doi.org/10.33010/recie.v5i2.1327

Gayoso, V., Hernández, L., Martín, A., & Queiruga, A. (2021). Using Free Mathematical Software in Engineering Classes. [Uso de software matemático gratuito en clase de ingeniería]. *Axioms, 10(4), 253*. https://doi.org/10.3390/axioms10040253

González, C., Dávila-Cárdenes, N., Gómez-Déniz, E. (2018). WolframAlpha, una herramienta informática con múltiples aplicaciones en la educación universitaria. *V Jornadas Iberoamericanas de Innovación Educativa en el Ámbito de las TIC y las TAC (InnoEducaTIC 2018). 315-325*. https://accedacris.ulpgc.es/handle/10553/52706

Guerrero, H., y Gómez, E. (2017). *Material Ilustrativo sobre la utilización del WolframAlpha para la solución de problemas de Matemáticas Financieras [Archivo PDF].* https://lc.cx/6CRRvl.

Jeltsch, E. (2022). El Cálculo en la Era Digital: Una experiencia en Ingeniería con WolframAlpha. *En Editores CODES, Docencia en pandemia: Análisis y evaluación crítica de las brechas académicas: La Serena 24 y 25 de noviembre 2022.* https://revistas.userena.cl/index.php/codes/issue/view/156

Malykh, D., Sevastianov, L., & Yu, Y. (2021). On symbolic integration of algebraic functions. [Sobre la integración simbólica de funciones algebraicas]. *Journal of Symbolic Computation, 104, 63-79.* https://doi.org/10.1016/j.jsc.2020.09.002

Manzanares-Balmaceda, A., García-Castro, M., Flores-Vallejos, D., Briones-Rugama, Y., y Herrera-Castrillo, C. (2025). Uso del Máximo Común Divisor en el análisis de polinomios univariables en Álgebra Computacional. *Revista Oratores*, 146-166. https://revistas.umecit.edu.pa/index.php/oratores/article/view/1814

Mora, D. V., y Climent, N. (2020). Conocimiento de un profesor de Álgebra Lineal sobre los errores de los estudiantes y su uso en la enseñanza. *Quadrante, 29(1), 97–114.* https://doi.org/10.48489/quadrante.23008

Morelli, C. (2014). Educación en la Red: WolframAlpha. *Unión - Revista Iberoamericana de Educación Matemática, 10(39), 187-193.* https://revistaunion.org/index.php/UNION/article/view/712

Muñoz-Suárez, M., y Porras-Fernández, M. (2018). WolframAlpha, GeoGebra y Derive como integrantes de la formación STEM. *Conference Proceedings (Machala)*. 2(1). https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9358704

Murcia, E., y Córdoba, H. (2009). Uso De Las Tics y Objetos De Aprendizaje para la Enseñanza de las Matemáticas en la UCPR. *Entre Ciencia e Ingeniería*, 6(6), 129-149. https://doi.org/10.31908/19098367.803

Nguyen, D., Do, N., Pham, V., Selamat, A., & Herrera-Viedma, E. (2020). A Method for Knowledge Representation to Design Intelligent Problems Solver in Mathematics Based on Rela-Ops Model. [Un método para la representación del conocimiento para diseñar solucionadores de problemas inteligentes en matemáticas basado en el modelo Rela-Ops]. *IEEE Access*, 8, 76991-77012. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2988929

Resende, M. A., & Martins, L. G. (2018). WolframAlpha: um mecanismo de busca no auxílio do processo de ensino-aprendizagem de conteúdos de matemática na educação a distância. [WolframAlpha: un motor de búsqueda para facilitar el proceso de enseñanza y aprendizaje de contenidos matemáticos en la educación a distancia]. *Revista BOEM*, 6(11), 432–448. https://doi.org/10.5965/2357724X06112018432

Ritter, G., & Urcid, G. (2021). *Introduction to Lattice Algebra. With Applications in AI, Pattern Recognition, Image Analysis, and Biomimetic Neural Networks*. [Introducción al álgebra reticular. Con aplicaciones en IA, reconocimiento de patrones, análisis de imágenes y redes neuronales biomiméticas]. Chapman & Hall/CRC. https://doi.org/10.1201/9781003154242

Sani, E., y Jordan, C. (2021). *Implementación del programa educativo WolframAlpha orientado al aprendizaje de funciones trigonométricas en los estudiantes del primer año de bachillerato general unificado de el colegio particular mixto interandino en el año lectivo 2020-2021* [Tesis de grado, Universidad Central del Ecuador]. http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/26476

Santos, L. (2016). La resolución de Problemas Matemáticos y el uso coordinado de tecnologías digitales. *Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática. 11(15), 333-346.* https://archivo.revistas.ucr.ac.cr/index.php/cifem/article/view/23952

Segarra, J. (2022). Motivación de estudiar Álgebra Lineal con la calculadora Casio fx-570/991. *UNIÓN-Revista iberoamericana de educación matemática 18(65).* https://www.revistaunion.org/index.php/UNION/article/view/521

Singh, G., Tuli, N., y Mantri, A. (2021). Problemas y desafíos en el aprendizaje del curso básico de álgebra lineal con tecnología: una revisión de la literatura. *Conferencia Internacional sobre Computación Avanzada y Tecnologías Innovadoras en Ingeniería (ICACITE), 60-65.* https://ieeexplore.ieee.org/document/9404699

Triana, S., Freire, G., Cordero, N., Díaz, M., Requena-Cango, M., y Aguirre, C. (2025). Factores de resistencia al uso de las TICs en docentes de educación superior. *Universidad, Ciencia y Tecnología*, 39-49. https://doi.org/10.47460/uct.v29iSpecial.875

Zong, M., & Krishnamachari, B. (2023). Solving math word problems concerning systems of equations with GPT models. [Resolución de problemas matemáticos verbales relacionados con sistemas de ecuaciones mediante modelos GPT]. *Machine Learning with Applications*. (14), 68-81. https://doi.org/10.1016/j.mlwa.2023.100506

Capítulo 7

Diseño de un prototipo didáctico con Arduino para la enseñanza de operaciones matriciales

Iván Agustín Quizhpe Uchuari
Universidad Nacional de Loja, Facultad de la Educación, el Arte y la Comunicación, Loja, Ecuador
ivan.quizhpe@unl.edu.ec

Yessenia del Carmen Medina Puga
Universidad Nacional de Loja – Alumni, Loja, Ecuador
yessenia.medina@unl.edu.ec

Resumen

Esta investigación tuvo como objetivo diseñar un prototipo didáctico con Arduino como recurso para la enseñanza de operaciones matriciales en ambientes educativos. El estudio es de tipo exploratorio, con enfoque cualitativo. Se empleó el método de revisión bibliográfica, aplicando la técnica del fichaje para organizar la información. Los instrumentos utilizados fueron la bitácora de búsqueda, fichas bibliográficas y de contenido. El resultado fue la construcción de un prototipo educativo tangible, diseñado para reforzar el aprendizaje de operaciones matriciales de manera práctica y fomentar el desarrollo de habilidades lógico-matemáticas. En conclusión, la utilización de prototipos didácticos tecnológicos como recursos educativos constituye una estrategia que favorece la innovación en la práctica educativa, debido a que despierta la curiosidad, motiva a los estudiantes a desarrollar habilidades matemáticas y promueve aprendizajes activos y constructivos, fortaleciendo así el proceso de enseñanza.

Palabras clave: Recursos, prototipos, Arduino, enseñanza, álgebra matricial.

Introducción

La enseñanza tradicional de las matemáticas, en temas complejos como el álgebra matricial, puede resultar monótona y difícil de comprender para algunos estudiantes, debido a que el enfoque tradicional que se utiliza para enseñar estas operaciones generalmente se centra en la explicación teórica y la resolución de ejercicios de manera mecánica, lo que puede resultar desafiante o en el peor de los casos, aburrido para los estudiantes, dificultando la comprensión de los conceptos y los procesos matemáticos fundamentales.

La ausencia de elementos interactivos que conecten los conceptos teóricos con situaciones reales hace que los estudiantes se sientan desconectados del aprendizaje, lo que limita su motivación y concentración. En este contexto, el diseño y utilización de prototipos didácticos ha cobrado relevancia en la educación actual, especialmente en el ámbito de la enseñanza, ya que enriquecen y dinamizan la forma en que se presentan los contenidos, facilitando la comprensión de conceptos teóricos y al mismo tiempo, despertando el interés y la motivación de los alumnos. Al integrar recursos innovadores e interactivos en los salones de clase, se pueden crear experiencias educativas no solo atractivas y dinámicas, sino también, significativas y duraderas. Este enfoque favorece la comprensión y establece una conexión directa entre los contenidos, los objetivos de aprendizaje y los temas de estudio, propiciando una enseñanza participativa y centrada en el estudiante.

En este marco, la incorporación de Arduino en la enseñanza del álgebra matricial se presenta como una alternativa didáctica e innovadora que no solo fortalece la comprensión teórica de los estudiantes, sino que

también incentiva la integración de recursos tecnológicos que permitan despertar la curiosidad, creatividad y capacidad para resolver problemas mediante la experimentación y el uso de tecnologías interactivas. Con estos antecedentes, surge la siguiente pregunta de investigación: ¿De qué manera se pueden enseñar operaciones matriciales de forma didáctica e innovadora a través de Arduino y App Inventor?

Para responder a esta interrogante, se planteó el siguiente objetivo general: diseñar un prototipo didáctico con Arduino como recurso didáctico para la enseñanza de operaciones matriciales en ambientes educativos, para ello, se plantearon los siguientes objetivos específicos: primero, caracterizar documentalmente los fundamentos teóricos necesarios para el estudio y resolución de operaciones matriciales mediante un prototipo didáctico con Arduino y segundo crear un prototipo didáctico efectivo para la enseñanza de operaciones matriciales.

Revisión de literatura

La enseñanza en la actualidad requiere de enfoques innovadores que se adapten a las necesidades de los estudiantes y promuevan un aprendizaje efectivo, significativo y personalizado (Otero et al., 2024). Según Osorio et al., (2023) enseñar temas del álgebra lineal, como matrices, exige ciertas particularidades, como el uso de estrategias didácticas y recursos educativos que motiven y despierten el interés en los alumnos, ya que uno de los desafíos más grandes en la educación secundaria es la aplicación práctica de los contenidos curriculares matemáticos (Villacís, 2019).

En este sentido, la implementación de prototipos como recurso didáctico en el aula de clase, es una manera efectiva de innovar la práctica educativa (Espíndola, 2017). Según el autor, un prototipo didáctico

es cualquier tipo de material audiovisual, software educativo, modelo tridimensional, entre otros recursos útiles en el proceso educativo, que sirven de apoyo para el desarrollo de habilidades y competencias en cualquier asignatura. Estos recursos han sido diseñados para complementar el proceso de enseñanza de ciertos conceptos educativos, científicos y tecnológicos, para generar un impacto positivo en el aprendizaje. Permiten al estudiante relacionar la teoría con la práctica; además, ayudan a identificar las áreas de mejora de manera relevante (Niño et al., 2017 y Angarita et al., 2011).

Herrera (2024) afirma que la construcción de prototipos en matemáticas es una estrategia efectiva para promover la creatividad, la innovación, el aprendizaje significativo, además, ayuda al desarrollo de competencias profesionales y habilidades como la resolución de problemas y la aplicación de conceptos teóricos. De la misma forma, Espíndola (2017) indica que al desarrollar un prototipo se aplican de manera práctica los conocimientos, fundamentos y teorías previamente adquiridos. Además, menciona que el proceso de elaboración debe estar orientado y guiado por una intención didáctica clara, un objetivo de aprendizaje específico, un análisis de los conceptos y definiciones a abordar.

La utilización de prototipos educativos en ambientes académicos permite diseñar y estructurar actividades de aprendizaje que favorezcan la comprensión de los estudiantes. Estos prototipos integran enfoques evaluativos que ayudan a los docentes a monitorear el progreso de los estudiantes de manera continua y dinámica, adaptando el proceso de enseñanza de acuerdo con las necesidades específicas de cada alumno (Villacís, 2019 y Martínez y Rivera, 2023).

Por otra parte, Acosta et al., (2015) mencionan que la integración de recursos tecnológicos facilita el desarrollo de procesos mentales y cognitivos en los estudiantes. En la misma línea, Quishpe y Vinueza

(2021) afirman que “el desarrollo e implementación de nuevas tecnologías se ha vuelto necesario en todos los ámbitos, en la educación nace con la obligación de utilizar nuevas herramientas que ayuden a potenciar el aprendizaje” (p. 39).

Por consiguiente, Vera et al., (2020) señalan que, al complementar los prototipos con tecnologías digitales, los docentes pueden diseñar experiencias de aprendizaje creativas y significativas, generando un entorno educativo atractivo, dinámico y accesible para los estudiantes. Además, indican que el uso de la tecnología en la enseñanza de las matemáticas incrementa significativamente la motivación hacia el aprendizaje de esta disciplina, lo que genera un cambio favorable en la enseñanza.

La integración de prototipos didácticos con diversas plataformas tecnológicas incrementa su utilidad dentro de los salones de clase, ya que, sus características, funcionalidades y aplicaciones pueden adaptarse de acuerdo con el diseño que se les dé. Según Aguirre y García (2017) existen diversas plataformas, tanto físicas como virtuales, las cuales están diseñadas con el fin de ofrecer experiencias de aprendizaje enriquecedoras para los estudiantes. En este contexto, Vital (2021) en su investigación destaca al Arduino como una plataforma tecnológica ideal para la creación de prototipos didácticos.

Cabe resaltar que Arduino fue creado en el año 2005 por David Cuartielles y Massimo Banzi, estudiantes del Instituto Ivrea (Italia), surgió por la necesidad de contar con un dispositivo de bajo costo, fácil implementación y compatible con cualquier sistema operativo, el mismo que fue destinado a proyectos multidisciplinares en entornos educativos (Abdel et al., 2015). Moreno y Córcoles (2019) definen al Arduino como plataforma electrónica de código abierto, que sirve para

la creación y construcción de prototipos; se basa en hardware y software libre, flexible y fácil de usar y puede ser utilizado por cualquier persona interesada en crear entornos u objetos dinámicos e interactivos.

En este sentido, Munera et al., (2020) manifiestan que la plataforma Arduino es utilizada para el aprendizaje en diferentes áreas, ya que es ideal para desarrollar el conocimiento de forma participativa y constructiva relacionando conceptos teóricos con la práctica, para lograr un aprendizaje significativo, gracias a las ventajas que ofrece esta plataforma, como su accesibilidad, versatilidad y facilidad de uso, Arduino se convierte en una herramienta apropiada para la construcción de prototipos educativos, los cuales se utilizan como recursos didácticos, con el fin de innovar y reforzar la creatividad, la motivación, el aprendizaje y la participación activa de los estudiantes en la construcción de su propio conocimiento (Vital, 2021).

Según Velásquez y Becerra (2023) "Arduino permite desarrollar habilidades de pensamiento científico y lógico en los estudiantes" (p.9), la utilización de esta plataforma genera un ambiente de curiosidad y motivación por parte del alumno, lo cual facilita el proceso de construcción del conocimiento en términos de aprender haciendo. Además de ello, mencionan que Arduino es una herramienta educativa que permite brindar alternativas de solución a distintas problemáticas relacionadas con la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias formales, como es el caso de las matemáticas, dinamizan los contenidos de enseñanza y aportan a la creación de ambientes de aprendizaje colaborativos basados en la investigación.

De igual manera, Gonzáles (2019) expresa que la implementación de prototipos tecnológicos como juegos digitales desarrollados con Arduino, es una nueva forma pedagógica, dinámica y moderna para

aprender y enseñar matemáticas. Hernández et al., (2024) afirman que Arduino no solo promueve la participación de los estudiantes en el diseño de circuitos y programación, sino que también facilita el proceso de enseñanza-aprendizaje en diferentes disciplinas, en el ámbito de las matemáticas permite a los alumnos comprender mejor los conceptos e idear sus aplicaciones a través de la tecnología, preparándolos para los desafíos de un mundo digital. Así mismo, Villacís (2019) señala que:

Arduino tiene como finalidad motivar y facilitar a los estudiantes la adquisición de conocimientos en las diferentes áreas del currículo de una manera lúdica, promueve el desarrollo de competencias básicas relacionadas con las matemáticas, la lecto-escritura, el pensamiento lógico y computacional y el desarrollo de destrezas sociales, culturales y digitales (p. 59).

Según los autores mencionados, la incorporación de Arduino en los salones de clase ofrece una gran cantidad de beneficios para el proceso educativo. Esta plataforma puede complementar la enseñanza tradicional y ayudar en el desarrollo de las competencias establecidas en el currículo. Al usar Arduino, los docentes pueden diseñar proyectos prácticos que cumplan con los estándares curriculares y fomenten un aprendizaje activo y significativo.

Sin embargo, para el desarrollo, creación y funcionamiento de recursos didácticos innovadores como el prototipo, se requiere de herramientas de programación visual que se complementen con Arduino para un mejor resultado (Peña, 2017). En este sentido, Quishpe y Vinueza (2021) proponen el uso de MIT App Inventor, como herramienta para crear interfaces y gráficas que interactúan con dispositivos Arduino, esta proporciona un entorno de desarrollo de aplicaciones para dispositivos móviles en el aula. Su facilidad de uso radica en el diseño de pantallas

o ventanas interactivas como: juegos interactivos, cuestionarios, aplicaciones de geolocalización, recursos multimedia, aplicaciones conectadas a la web, entre otras. Las mismas que se pueden utilizar en el ámbito educativo (Buitrago y Gómez, 2020).

Metodología

La presente investigación tuvo un enfoque cualitativo-tecnológico y alcance descriptivo, ya que detalla las características, ventajas y componentes de la plataforma Arduino. El diseño de la investigación está basado en desarrollo tecnológico o diseño de prototipado. Se enmarcó en el método de revisión bibliográfica para la recopilación de información relevante y pertinente para sustentar las variables de estudio. La técnica empleada fue el fichaje, cuyos instrumentos fueron la bitácora de búsqueda, fichas bibliográficas y de contenido.

Para dar respuesta al primer objetivo, se definieron como criterios de inclusión: artículos científicos publicados en los 10 últimos años escritos en inglés o en español, que aborden el uso de prototipos con Arduino en la enseñanza-aprendizaje de operaciones matriciales. La información debía provenir de fuentes primarias como artículos científicos, libros y tesis de maestría consultadas en bases de datos como Google Académico, repositorios universitarios, Redalyc, SciELO y Dialnet. Se priorizó el contenido claro, relevante y actualizado, evaluando el título, autor, año, objetivo, metodología, resultados y conclusiones. Entre los criterios de exclusión están: artículos no relacionados con el objeto de estudio, tesis de pregrado y artículos con más de 10 años de antigüedad.

Para optimizar los resultados, se utilizó un proceso de mapeo de información, en el cual se aplicaron diversas ecuaciones de búsqueda como “enseñanza” + “Álgebra lineal”, “recursos didácticos” +

"operaciones matriciales", "estrategias didácticas" AND "enseñanza del álgebra lineal", "Arduino" AND "enseñanza", "Arduino" + "álgebra lineal", "Prototipos didácticos" + "Arduino" entre otras combinaciones.

Para dar cumplimiento al segundo objetivo, se diseñó y se construyó un prototipo didáctico con Arduino, cuyo proceso de desarrollo se llevó a cabo en seis fases: 1) diseño del prototipo, en esta fase se desarrolló una visión general de lo que sería el prototipo, incluyendo las funciones específicas que debía cumplir y se detallaron las operaciones matemáticas que el prototipo debía ejecutar; 2) adquisición de materiales, se adquirieron los componentes para la construcción del prototipo; 3) ensamblaje de componentes mecánicos y electrónicos; 4) diseño de la aplicación, en MIT App Inventor; 5) programación en Arduino, elaboración del código para su funcionamiento; y, 6) validación del prototipo: se realizó mediante dos cuestionarios con escala Likert. El primero, orientado a la parte técnica, incluyó 11 ítems distribuidos en las dimensiones de software, hardware, conexiones y seguridad, siendo evaluado por un experto en electrónica. El segundo cuestionario se centró en la dimensión didáctica, conformado por 10 ítems que valoraron la claridad y precisión de las operaciones matriciales presentadas en el prototipo, así como su facilidad de uso, interés y motivación, fue aplicado a un docente especialista en el área.

Resultados

En el marco del diseño de un prototipo didáctico con Arduino para la enseñanza de matemática, se estableció como primer objetivo caracterizar documentalmente los fundamentos teóricos necesarios para el estudio y resolución de operaciones matriciales. En la Tabla 7.1 se presentan las categorías que se consideraron necesarias para dar cumplimiento con el objetivo planteado.

Tabla 7.1. Fundamentos teóricos necesarios para la resolución de operaciones matriciales.

Categoría	Descripción	Autor/Año	Aportes	Núm. de Fuentes	%
Conceptual	Contenido disciplinar y fundamentos teóricos.	Quizhpe (2022); Dávila (2020)	Conceptos para definir qué es una matriz, los diversos tipos de matrices, su clasificación, los procesos y reglas para resolver operaciones de matrices y determinantes.	2	15,4 %
Procedimental	Proceso metodológico, enfoques, técnicas, herramientas y procedimientos que se emplean para la enseñanza y resolución de operaciones matriciales.	Vergara et al., (2018); Herrera y Villafuerte (2023); Cartuche et al., (2024); (2023); Vital (2021)	Estos autores, enfatizan la importancia de la utilización de estrategias didácticas para la enseñanza.	5	26,9 %
		Moreno y Córcoles (2019); Munera et al., (2020); Osorio et al., (2023); Ordoñez et al., (2020); Mazón et al., (2022); Velásquez y Becerra (2023); Hernández et al., (2024); Villacís (2019); Martínez y Rivera (2023); Maldonado y Bucaran (2022)	Estas investigaciones analizan el impacto de recursos didácticos, algunos de los autores proponen la utilización de recursos didácticos tecnológicos dentro de los salones de clase.	10	38,5 %

Categoría	Descripción	Autor/Año	Aportes	Núm. de Fuentes	%
Evaluativa	Evaluación	LOEI (2023); Hincapié y Clemenza (2022); Abella et al., (2020); Morales et al., (2020); (Torres et al., 2021).	Se ha definido qué es la evaluación y sus dimensiones. Dentro de estas dimensiones, se incluyen los distintos tipos de evaluación, así como las técnicas e instrumentos necesarios para llevar a cabo el proceso evaluativo de manera efectiva.	5	19,2 %
				22	100 %

Nota: Número de fuentes consultadas, con un total de 22 sobre fundamentos teóricos necesarios para la resolución de operaciones matriciales

Según la Tabla 7.1 los autores destacan la importancia de utilizar herramientas tecnológicas, como prototipos educativos y la plataforma Arduino que potencien el aprendizaje e interacción en el aula. Por lo tanto, es necesario analizar las características de estos recursos didácticos tecnológicos en el proceso de enseñanza, las cuales se detallan en la Tabla 7.2.

Como segundo objetivo específico se propuso la creación de un prototipo didáctico para la enseñanza de operaciones matriciales en Bachillerato General. El resultado fue la construcción de un prototipo educativo tangible y atractivo, diseñado para reforzar el aprendizaje de manera práctica y fomentar el desarrollo de habilidades lógico-matemáticas. A continuación, se presentan las fases para la construcción del prototipo.

Tabla 7.2. Autores que mencionan las características de los recursos didácticos tecnológicos que favorecen el proceso de enseñanza.

Recursos didácticos tecnológicos	Características	Autores	Núm. de Fuentes	Porcentaje
Prototipo didáctico	Manera efectiva de innovar la práctica educativa	Espíndola (2017) Quishpe y Vinueza (2021)	8	44,44 %
	Desarrollo de habilidades y competencia	Espíndola (2017) Niño et al., (2017)		
	Experiencias de aprendizaje creativas y significativas	Vera et al., (2020)		
	Ayuda a promover la creatividad, la innovación, el aprendizaje significativo	Gonzáles (2019) Herrera (2024)		
	Resolución de problemas y la aplicación de conceptos teóricos.	Herrera (2024)		
Arduino	Plataforma tecnológica	Munera et al., (2020) Moreno y Córcoles (2019) Vital (2021)	10	55,55 %
	Fomenta el aprendizaje constructivo y activo	Hernández et al., (2024) Otero et al., (2024).		
	Herramienta para la construcción de prototipos	Vital (2021) Velásquez y Becerra (2023) Munera et al., (2020)		
	Desarrollo habilidades de pensamiento científico, lógico y computacional en los estudiantes	Velásquez y Becerra (2023) Villacís (2019)		
			18	100 %

Nota: Número de fuentes consultadas, con un total de 18 sobre recursos didácticos tecnológicos que favorecen al proceso de enseñanza.

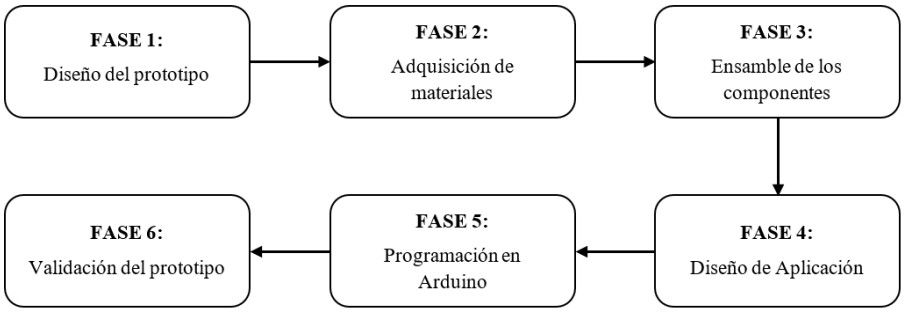


Figura 7.1. Fases para la construcción del prototipo.

Fase 1: Diseño del prototipo

Idea del prototipo. Vehículo automático construido con una placa Arduino, la cual controlará los movimientos del vehículo, desde un dispositivo móvil conectado vía Bluetooth, permitiendo la interacción y monitoreo de las operaciones mediante una interfaz práctica y accesible. La aplicación diseñada en *MIT App Inventor* presenta operaciones matriciales como: suma, resta, multiplicación entre matrices y producto por un escalar, se podrá escoger el tamaño de matrices con los que se desee trabajar. Los resultados podrán visualizarse en tiempo real. En caso de que las operaciones no sean correctas la App no hace que se mueva el carro, lo que implica que se debe observar en qué punto no corresponde la solución y de esta forma permitir que el carro se mueva.

Esquema del circuito electrónico. El esquema de conexiones se elaboró en la plataforma Fritzing, en la cual se observan las conexiones, con la finalidad de prevenir posibles errores de conexión, el mismo se lo puede observar en la Figura 7.2.

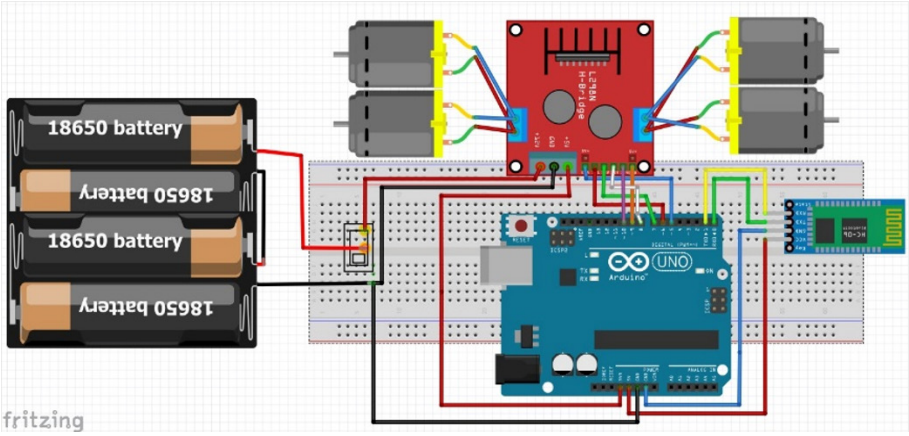
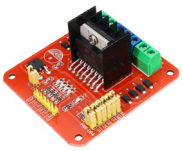


Figura 7.2. Esquema de conexiones del prototipo

Fase 2. Adquisición de materiales

Tabla 7.3. Materiales para la construcción del prototipo

Denominación	Gráfica	Descripción
Arduino UNO		Tiene un microcontrolador ATmega320 de 8 bits, velocidad de reloj de 16 MHz con voltaje de operación de 5 V. Posee 32 KB para la memoria flash con 0.5 KB reservados para el bootloader, 2 KB de SRAM y 1 KB de EEPROM.
Cable USB		Esta conexión permite la interacción con el entorno de desarrollo Arduino (IDE), sirve para cargar el código en la placa de Arduino desde donde se pueden enviar datos de la programación e instrucciones a la placa.

Denominación	Gráfica	Descripción
Motores DC		Los motores DC se alimentan de corriente directa de 9V, se usan para aplicaciones de velocidad o posición. Trabajan en un intervalo de 1.6 y 12 voltios, la corriente y la velocidad de giro depende de la carga que tenga aplicada.
Módulo Bluetooth		El módulo Bluetooth HC-06 SPP permite la conexión serial inalámbrica transparente, se encuentra dentro de la versión 2 como Bluetooth V2.0 + EDR (Enhanced Data Rate) a una velocidad de 3 Mbps a una frecuencia de 2,4 GHz y compatible con la versión 4.0.
Módulo Puente H L298N		El módulo driver L298N, controla el giro y la velocidad de los motores DC, a través de señales TTL (Lógica Transistor-Transistor) que se pueden obtener de microcontroladores y tarjetas de desarrollo como Arduino. Tiene un regulador de voltaje LM7805 de 5 V.
Ruedas		Tienen un peso de 28 gramos y dimensiones de 65 x 26 mm. Son de color amarillo y negro, con neumáticos de goma y llantas de plástico compatibles para Arduino Smart Car.
Cables jumper		Están compuestos por un conductor metálico, recubierto por un material aislante que previene cortocircuitos. Su diseño puede ser rígido o flexible, dependiendo del uso.

Denominación	Gráfica	Descripción
Base de madera		Fondo de MDF Melamina color blanco de 6 mm de grosor y dimensiones de 8 cm de ancho y 16 cm de largo.
Porta Baterías		Caja porta pila para 1 batería de 3.7 V, es de material plástico de alta calidad. (4 unidades)
Batería Tr-14500 3.7v		Las baterías Tr-14500 3.7 V 1800 mAh, son pilas genéricas, de litio recargables, modelo 14500_AA, su forma es cilíndrica, presenta un voltaje nominal de 3.7 V, tiene una capacidad de 1.800 mAh y son de color azul. (4 unidades)
Interruptor		El interruptor KCD1-101 de dos posiciones (encendido/apagado), es de color rojo, tiene un tamaño de 12 x 18 mm, con terminales de 2 pines, soporta una tensión nominal de 125VAC 6A y 250VAC 3A.

Fase 3. Ensamble de los componentes mecánicos y dispositivos electrónicos

Colocar las ruedas en los motores DC.



Figura 7.3. Ensamblaje de ruedas con motores DC

Fijar los motores sobre la base de madera con adhesivo termoplástico (silicona).

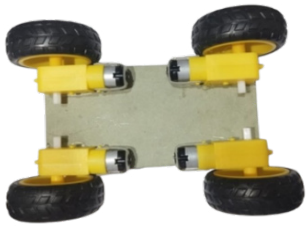


Figura 7.4. Fijación de motores sobre la base de madera.

Conexión al módulo bluetooth.

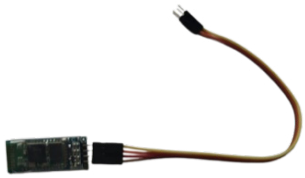


Figura 7.5. Conexión de cables jumpers al módulo bluetooth.

Conexión del módulo bluetooth a la placa Arduino.

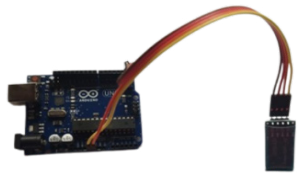


Figura 7.6. Conexión del módulo bluetooth a la placa Arduino.

Conexión de la placa Arduino con el módulo puente H L298N.

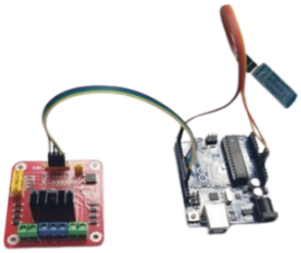


Figura 7.7. Conexión de la placa Arduino con el módulo puente H L298N

Fijar las conexiones establecidas entre la placa Arduino UNO, el puente H L298N y el módulo bluetooth HC-06 SPP, sobre la base de madera.

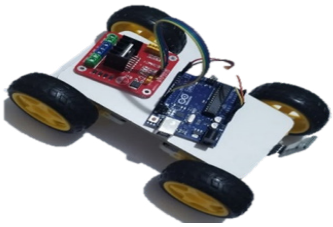


Figura 7.8. Ensamblaje de Arduino, puente H y módulo bluetooth sobre la base de madera.

Conexión en serie del porta-baterías al módulo puente H, y un interruptor para controlar el flujo de energía que suministra la batería.

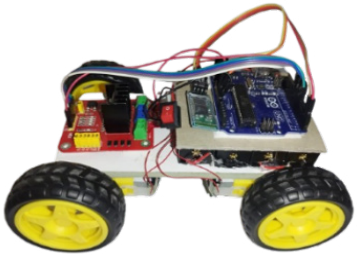


Figura 7.9. Conexión para el flujo de energía.

Conexión entre los motores y el módulo puente H identificando los pines de control y alimentación, verificación de la polaridad para un adecuado funcionamiento del sistema.

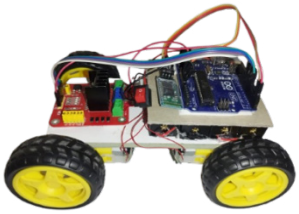


Figura 7.10. Conexión de motores con el módulo puente H

Fase 4. Diseño de la aplicación en MIT App Inventor

Elaboración de las interfaces: Se diseñaron siete interfaces, incluyendo una principal, una destinada a un test de retroalimentación y cinco enfocadas en la realización de diferentes operaciones matriciales. Además, se desarrolló una interfaz específica para el control del prototipo.



Figura 7.11. Interfaces de la Aplicación.

Programación y funcionamiento de las interfaces:

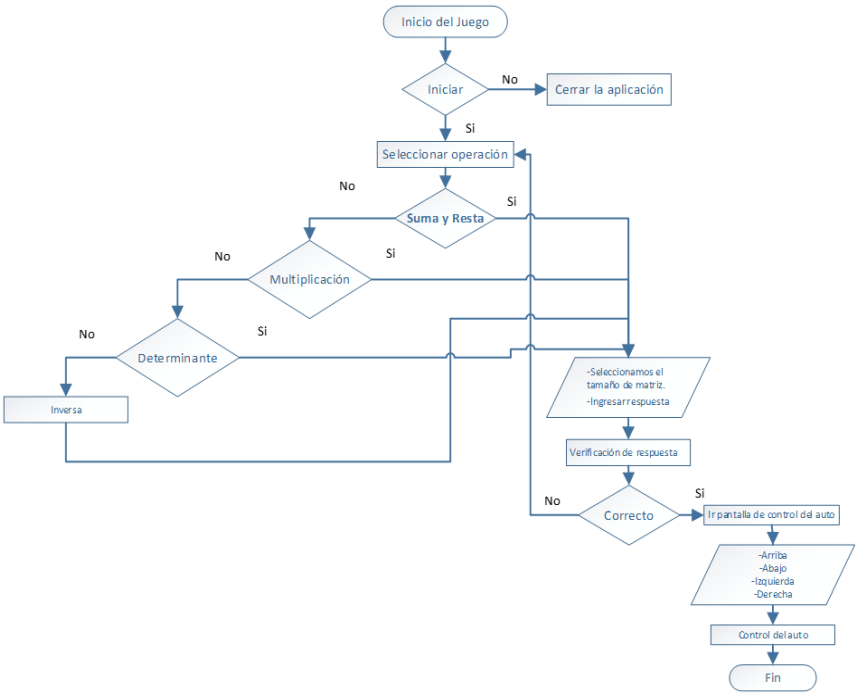


Figura 7.12. Funcionamiento de las interfaces de la aplicación. Nota. Simbología para entender el diagrama, esta figura indica el inicio o final del diagrama, el rombo indica análisis de la situación, indica la realización de una actividad u operación, señala datos de entrada y salida.

En la Figura 7.12 puede observar de qué manera funcionan las interfaces del juego. El inicio del juego empieza con un botón de “sí” o “no”, al seleccionar “no” se cierra la aplicación y al seleccionar “sí”, el juego comienza y podemos seleccionar la operación que deseamos trabajar. En caso de seleccionar la operación de suma y resta de matrices, elegimos el tamaño de la matriz y luego ingresamos la respuesta. Si esta es correcta, nos dirige a la pantalla del control del prototipo, en esta podemos ejecutar acciones de arriba, abajo, izquierda y derecha. Una vez que se controlan los movimientos del prototipo, la aplicación finaliza.

Fase 5. Programación en Arduino

En esta fase, se desarrolló el código en lenguaje Arduino el cual está diseñado para controlar los movimientos del prototipo. Cada una de las líneas de código está creada con base en las especificaciones necesarias para garantizar el correcto funcionamiento del automóvil. En el Anexo 1 se encuentra el código completo.

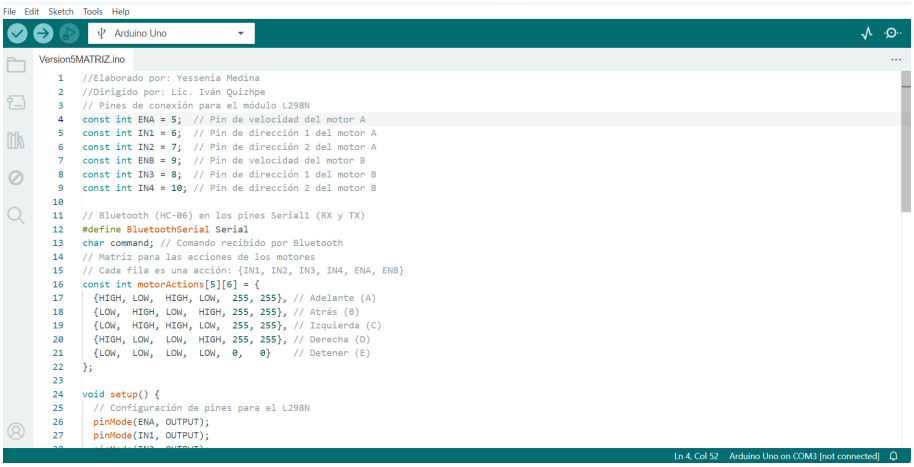


Figura 7.13. Programación en Arduino.

Fase 6. Validación del prototipo

Esta fase corresponde a la etapa final en la construcción del prototipo, la cual se centró en su verificación y valoración respectiva. Este proceso permitió identificar fortalezas y aspectos de mejora en el prototipo. Desde el punto de vista técnico, la especialista en sistemas y electrónica destacó la correcta integración de los componentes, la estabilidad en el funcionamiento y el correcto ensamblaje, lo cual garantiza la fiabilidad del prototipo. No obstante, señaló como aspecto a perfeccionar la incorporación de un sistema de protección que prolongue la vida útil de algunos componentes eléctricos.

En cuanto a la valoración inicial didáctica, el docente de matemáticas consideró que los resultados obtenidos con el prototipo fueron coherentes con los cálculos manuales de operaciones matriciales. A partir de la aplicación del cuestionario con escala Likert, se evidenció un alto nivel de aceptación, principalmente en los ítems relacionados con la comprensión de conceptos y la motivación. Sin embargo, se recomendó simplificar algunos procedimientos de programación para facilitar su uso por parte de los alumnos con menos experiencia en tecnología.

Discusión

Para la enseñanza de temas matemáticos como las operaciones con matrices la literatura sugiere que se necesita tener fundamentos disciplinares, procedimentales y evaluativos, los cuales deben complementarse con una variedad de elementos e instrumentos que sirvan como apoyo en la labor docente y a su vez faciliten el proceso de enseñanza-aprendizaje.

En las investigaciones de Vergara (2018); Quiroz (2023); y, Herrera y Villafuerte (2023) destacan la utilización de estrategias didácticas como herramientas y métodos que permiten un mayor entendimiento y claridad en el desarrollo de actividades, además, afirman que la utilización de las mismas genera pensamientos, emociones y actitudes positivas en los alumnos, en relación con los contenidos que se van a desarrollar.

Sin embargo, Ordoñez et al., (2020); Mazón et al., (2022) y Osorio et al., (2023) afirman que, la efectividad de las estrategias didácticas depende en gran medida de la utilización e implementación de recursos didácticos, para reforzar la enseñanza de un contenido específico. En el mismo sentido Quishpe y Vinueza (2021) consideran importante

que el docente cree ambientes interactivos donde se integren recursos didácticos innovadores apoyados en las nuevas tecnologías educativas que estimulen la curiosidad, la creatividad y la investigación. Los autores proponen relacionar los contenidos curriculares con el empleo de recursos tecnológicos innovadores.

Por tal razón, Espíndola (2017) y Herrera (2024) plantean la construcción y uso de prototipos didácticos, con el fin de promover la creatividad, la innovación, el aprendizaje significativo, el desarrollo de competencias y habilidades para la resolución de problemas. Indican que el diseño de prototipos didácticos combina la pedagogía, tecnología e innovación, contrastando de esta manera la enseñanza tradicional. De igual manera, Gonzáles (2019) considera a los prototipos didácticos como estrategias pedagógicas modernas y dinámicas, que facilitan la resolución de problemas y la aplicación de conceptos teóricos.

Por otra parte, Aguirre y García (2017) y Vital (2021), sugieren el uso de plataformas didácticas que generen experiencias de aprendizaje enriquecedoras para los estudiantes. Destacando al Arduino como una plataforma tecnológica ideal para desarrollar el conocimiento de forma participativa y constructiva en diferentes áreas relacionando conceptos teóricos con la práctica, para lograr un aprendizaje significativo. En la misma línea, Perea y Salas (2022) señalan que la plataforma Arduino fortalece el pensamiento lógico matemático de los estudiantes, mejora su actitud, motiva el aprender, fomenta la argumentación y la solución de problemas matemáticos.

De lo descrito anteriormente, se deduce que las estrategias y recursos didácticos que integren la tecnología son los más favorecedores para motivar y despertar la curiosidad de los alumnos en la enseñanza de matemáticas. Estos hallazgos fueron fundamentales para responder a

la segunda interrogante de investigación, relacionada con la creación de un prototipo didáctico para la enseñanza de operaciones matriciales.

En el estudio realizado por Gonzáles (2019) quien diseñó un prototipo de juego digital utilizando la placa Arduino para el desarrollo de las habilidades de multiplicación en estudiantes de quinto grado de EGB, los resultados obtenidos son favorables, en cuanto al rendimiento académico en comparación con la evaluación diagnóstica, además, los estudiantes demostraron mayor confianza al responder cada interrogante.

De igual forma, Villacís (2019), construyó un prototipo con Arduino para el aprendizaje de matemáticas, con el cual un 88 % de los estudiantes aprendieron los contenidos curriculares de matemáticas, desarrollaron destrezas en el trabajo cooperativo, autonomía, pertinencia y motivación. En el mismo contexto, Perea y Salas (2022) desarrollaron un prototipo simulador Arduino para fomentar el pensamiento lógico matemático en estudiantes de sexto grado y al comparar los resultados de las pruebas del pretest y postest, evidenciaron una diferencia significativa en el aprendizaje.

A partir de estos antecedentes, el prototipo desarrollado en este estudio busca fortalecer la enseñanza del álgebra matricial al integrar teoría y práctica de manera interactiva, fomentando la comprensión conceptual y la experimentación, mientras se identifican oportunidades de mejora para su aplicación en distintos niveles educativos.

Conclusiones

La enseñanza de operaciones matriciales requiere que los docentes integren conocimientos disciplinares, procedimentales y evaluativos con estrategias y recursos didácticos que faciliten la comprensión de los estudiantes de manera dinámica, creativa e interactiva. En este marco, el

prototipo didáctico con Arduino se fundamenta en la viabilidad teórica de vincular los contenidos matemáticos con experiencias prácticas, promoviendo un aprendizaje activo y constructivo.

El prototipo diseñado consiste en un vehículo automático controlado por una placa Arduino UNO, complementada con una aplicación móvil desarrollada en MIT App Inventor que permite realizar operaciones matriciales. La información se visualiza en tiempo real mediante un dispositivo móvil conectado al Arduino a través de un módulo Bluetooth, lo que facilita la interacción y el monitoreo práctico de las operaciones.

Se espera que el prototipo didáctico facilite la comprensión de conceptos complejos, el desarrollo de habilidades digitales y matemáticas, así como la motivación y participación activa de los estudiantes, al integrar teoría y práctica de manera interactiva y creativa. Su diseño permite evaluar, en futuras investigaciones, su efectividad en contextos reales de enseñanza, identificando fortalezas y aspectos a mejorar para optimizar su aplicación educativa.

Referencias bibliográficas

Abdel, S., Colombo, H., Lagomarsino, F., Papalia, D., y Sciancalepore, R. (2015). *Arduino y Mathematica: Simulaciones más allá del proceso de enseñanza y aprendizaje [Archivo PDF].* http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/46376

Abella, V., Ausín, V., Delgado, V., y Casado, R. (2020). Aprendizaje Basado en Proyectos y Estrategias de Evaluación Formativas: Percepción de los Estudiantes Universitarios. *Revista Iberoamericana de Evaluación Educativa, 13(1), 93–110.* https://doi.org/10.15366/riee2020.13.1.004

Acosta, M., Forigua, C. y Navas, M. (2015). *Robótica Educativa: un entorno tecnológico de aprendizaje que contribuye al desarrollo de habilidades.* [Tesis de Posgrado, Pontificia

Universidad Javeriana] http://hdl.handle.net/10554/17119

Aguirre, J., y García, E. (2017). Proyectos ARDUINO con estrategias de enseñanza soportadas en blended learning. *VII Congreso Virtual Iberoamericano de Calidad en Educación Virtual y a Distancia.* http://debate2017.eduqa.net/file.php/1/Memorias_2017/Memoria_2017_tomo_4_de_5.pdf

Angarita, M., Fernández, F., y Duarte, J. (2011). Utilización de material didáctico para la enseñanza de los conceptos de ciencia y tecnología en niños. *Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación, 2(1), 35-43.* https://revistas.uptc.edu.co/index.php/investigacion_duitama/article/view/1307

Buitrago, M., y Gómez, J. (2020). *Programación creativa como estrategia de refuerzo en lectoescritura con estudiantes de grado primero mediante App Inventor. [Tesis de Posgrado, Universidad de Santander]* https://repositorio.udes.edu.co/handle/001/6415

Cartuche, O., Vivanco, C., León, F., Reyes, J., Mogrovejo, J., y Quizhpe, T. (2024). Estrategias Didácticas para el Proceso de Enseñanza Aprendizaje de Matemáticas en Bachillerato. *Estudios y Perspectivas Revista Científica y Académica,* 4(1), 986–1002. https://doi.org/10.61384/r.c.a.v4i1.143

Dávila, P. (2020). *Temas selectos de Matemáticas I. Klik Soluciones Educativas. CDMX, México* https://acortar.link/w9WtRG

Díaz, F. y Hernández, G. (1999). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. McGraw Hill.*

Espíndola, M. (2017). Diseño e instrumentación de prototipos didácticos para la enseñanza de las matemáticas en la Educación Superior Tecnológica. Aplicaciones del Cálculo en Ingeniería [Tesis de Posgrado, Instituto Politécnico Nacional] https://tesis.ipn.mx/handle/123456789/24340

Flores, M. (2013). Estrategias didácticas para un aprendizaje constructivista en la enseñanza de las matemáticas en los niños y niñas de nivel primaria. *Perspectivas docentes, (52), 43-58.* https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6349169

Gonzáles, E. (2019). *Diseño de un prototipo de juego digital utilizando la placa Arduino para el desarrollo de las habilidades de multiplicación [Tesis de Posgrado, Universidad Casa Grande]*. https://core.ac.uk/download/pdf/486938397.pdf

Grossman, S., y Flores, J. (2012). *Álgebra Lineal. Séptima Edición. McGraw-Hill.*

Hernández, J., Partida, G., Aguilar, D., y Enriquez, G. (2024). Arduino como herramienta para la enseñanza de la programación básica. Educateconciencia, 31(39), 100-120. https://doi.org/10.58299/ckbszb56

Herrera, C. (2024). Desarrollo de competencias a través de prototipos y simuladores en un entorno interdisciplinario de física-matemática. *Revista Oratores, 1(20), 78–102.* https://doi.org/10.37594/oratores.n20.1243

Herrera, C., y Villafuerte, C. (2023). Estrategias didácticas en la educación. *Horizontes Revista de Investigación en Ciencias de la Educación*, *7*(28), 758-772. https://doi.org/10.33996/revistahorizontes.v7i28.552

Hincapié, N., y Clemenza, C. (2022). Evaluación de los aprendizajes por competencias: Una mirada teórica desde el contexto colombiano. *Revista de Ciencias Sociales, 28(1), 106-122.* https://doi.org/10.31876/rcs.v28i1.37678

Kolman, B., y Hill, D. (2006). *Álgebra Lineal. Pearson Educación.*

Ley Orgánica de Educación Intercultural [LOEI] 2023. Reglamento General a la Ley Orgánica de Educación Intercultural. 22 de febrero de 2023. Registro Oficial. Segundo Suplemento No. 254. https://n9.cl/9zs0c

Maldonado, K., y Bucaran, C. (2022). Estrategia para el uso de materiales didácticos en el aprendizaje de las matemáticas en la educación. *Polo del Conocimiento: Revista científico-profesional, 7(10), 1955-1973.* https://doi.org/10.23857/pc.v7i10.4823

Martínez, M., y Rivera, J. (2023). Diseño de un prototipo para niños con Síndrome de Down, como herramienta para abordar las matemáticas básicas en el nivel preescolar. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 7(3), 979-995.* https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i3.6242

Mazón, V., Bastidas, K., y Jimbo, F. (2022). Recursos didácticos en el aprendizaje significativo en el subnivel medio. *RECIMUNDO, 6(4), 235–243.* https://doi.org/10.26820/recimundo/6.(4).octubre.2022.235-243

Morales, S., Hershberger, R., y Acosta, E. (2020). Evaluación por competencias: ¿cómo se hace? *Revista de la Facultad de Medicina de la UNAM, 63(3).* http://doi.org/10.22201/fm.24484865e.2019.63.3.08

Moreno, A. y Córcoles, S. (2019). *Aprende Arduino en un fin de semana.* Time of Software. https://www.bolanosdj.com.ar/MOVIL/ARDUINO2/Arduinounfinseman.pdf

Munera, J., Jimenez, A., Botero. M., Rivas, K., y Lopez, J. (2020). La educación moderna al alcance de arduino. *Revista Espacios, 41(30), 292-300.* https://www.revistaespacios.com/a20v41n30/20413024.html

Niño, J., Martínez, L., Fernández F., Duarte, J., Reyes, F., y Gutierrez, G. (2017). Entorno de aprendizaje para la enseñanza de programación en Arduino mediado por una mano robótica didáctica. *Revista Espacios, 38(60), 23.* https://www.revistaespacios.com/a17v38n60/17386023.html

Ordoñez, J., Coraisaca, E., y Espinoza, E. (2020). ¿Se emplean recursos didácticos en la enseñanza de matemáticas en la educación básica elemental? Un estudio de caso. *Revista Metropolitana De Ciencias Aplicadas, 3(3), 48-55.* https://doi.org/10.62452/a21d1302

Osorio, V., Palomino, J., Huayhua, M., y Gambini, I. (2023). Enseñanza del Álgebra Lineal en estudiantes universitarios. *Horizontes. Revista De Investigación En Ciencias De La Educación, 7(27), 380–387.* https://doi.org/10.33996/revistahorizontes.v7i27.522

Otero, A., Méndez., y Suárez, E. (2024). Proyecto de intervención mediante ADDIE para el desarrollo de Ambientes Virtuales de Aprendizaje. En Pech, S., Prieto, M., Canto, P., Esperón, I. (Eds), *Transforming Education: Technological Tools for Effective Learning* (pp. 674–681) CIATA.org. https://acortar.link/LOkXtR

Peña, C. (2017). *Arduino de cero a experto. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Six Ediciones.*

Perea, F., y Salas, Y. (2022). Estrategia Pedagógica Apoyada en el uso del Simulador Arduino Para el Desarrollo del Pensamiento Lógico Matemático [Tesis de Posgrado, Universidad de Santander]. https://repositorio.udes.edu.co/handle/001/9064

Quiroz, J. (2023) *Estrategias didácticas para la enseñanza de literatura juvenil [Tesis de Pregrado, Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí].* https://repositorio.uleam.edu.ec/handle/123456789/4848

Quishpe, C., y Vinueza, S. (2021). Diseño de una aplicación móvil educativa a través de App Inventor para reforzar el proceso de aprendizaje en operaciones con números enteros. *Cátedra*, 4(2), 39-54. https://doi.org/10.29166/catedra.v4i2.2950

Quizhpe, I. (2022). *Álgebra Lineal.* Editorial CIDE. http://repositorio.cidecuador.org/handle/123456789/1839

Román, E. (2022). *Mit App Inventor en el aprendizaje de la lectura. [Tesis de Posgrado, Universidad Tecnológica Indoamérica]* https://repositorio.uti.edu.ec//handle/123456789/4660

Torres, J., Chávez, H., y Cadenillas, V. (2021). Evaluación formativa: una mirada desde sus diversas estrategias en educación básica regular. *Revista Innova Educación, 3(2), 386-400.* https://doi.org/10.35622/j.rie.2021.03.003

Velásquez S., y Becerra D. (2023). Sensor de proximidad, Arduino en la enseñanza de la física en el Colegio Jorbalán. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias, 18(Especial), 1-12.* https://doi.org/10.14483/23464712.21354

Vera, R., Maldonado, K., Del Valle, W., y Valdéz, P. (2020). Motivación de los estudiantes hacia el uso de la tecnología para el aprendizaje de las matemáticas: Motivación hacia el uso de la tecnología para el aprendizaje. *Revista Científica Sinapsis, 1(16).* https://doi.org/10.37117/s.v1i16.246

Vergara, G., Contreras, G., y Romero, J. (2018). Estrategias didácticas para el estudio del álgebra lineal en la universidad. *Revista de Ciencias Humanas y Sociales*, (87), 557-583. https://produccioncientificaluz.org/index.php/opcion/article/view/23890

Villacís, J. (2019). *Integración de la robótica mediante el uso de la plataforma Arduino para el aprendizaje de matemáticas en el aula [Tesis de Posgrado, Instituto Politécnico de Leiria]* http://hdl.handle.net/10400.8/4015

Vital, M. (2021). Introducción de Arduino. *Vida Científica Boletín Científico de la Escuela Preparatoria No. 4, 9(17), 4-8.* https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/prepa4/article/view/6625

Anexo 1. Código de Programación en Arduino

```
//Elaborado por: Yessenia Medina
//Dirigido por: Lic. Iván Quizhpe
// Pines de conexión para el módulo L298N
const int ENA = 5; // Pin de velocidad del motor A
const int IN1 = 6; // Pin de dirección 1 del motor A
const int IN2 = 7; // Pin de dirección 2 del motor A
const int ENB = 9; // Pin de velocidad del motor B
const int IN3 = 8; // Pin de dirección 1 del motor B
const int IN4 = 10; // Pin de dirección 2 del motor B
// Bluetooth (HC-06) en los pines Serial1 (RX y TX)
#define BluetoothSerial Serial
char command; // Comando recibido por Bluetooth
// Matriz para las acciones de los motores
// Cada fila es una acción: {IN1, IN2, IN3, IN4, ENA, ENB}
const int motorActions[5][6] = {
 {HIGH, LOW, HIGH, LOW, 255, 255}, // Adelante (A)
 {LOW, HIGH, LOW, HIGH, 255, 255}, // Atrás (B)
 {LOW, HIGH, HIGH, LOW, 255, 255}, // Izquierda (C)
 {HIGH, LOW, LOW, HIGH, 255, 255}, // Derecha (D)
 {LOW, LOW, LOW, LOW, 0, 0} // Detener (E)
};

void setup() {
 // Configuración de pines para el L298N
 pinMode(ENA, OUTPUT);
 pinMode(IN1, OUTPUT);
 pinMode(IN2, OUTPUT);
 pinMode(ENB, OUTPUT);
 pinMode(IN3, OUTPUT);
 pinMode(IN4, OUTPUT);

 // Iniciar comunicación serie
 BluetoothSerial.begin(9600); // Velocidad para el HC-06
 Serial.begin(9600); // Para monitoreo en el Serial Monitor
}

void loop() {
```

```
 if (BluetoothSerial.available()) {
 command = BluetoothSerial.read(); // Leer comando desde Bluetooth
 switch (command) {
 case 'A': // Adelante
 ejecutarAccion(0);
 break;
 case ‹B›: // Atrás
 ejecutarAccion(1);
 break;
 case ‹C›: // Izquierda
 ejecutarAccion(2);
 break;
 case ‹D›: // Derecha
 ejecutarAccion(3);
 break;
 case ‹E›: // Parar
 ejecutarAccion(4);
 break;
 }
 }
}

// Función para ejecutar una acción basada en la matriz
void ejecutarAccion(int accion) {
 // Configurar pines IN1, IN2, IN3, IN4
 digitalWrite(IN1, motorActions[accion][0]);
 digitalWrite(IN2, motorActions[accion][1]);
 digitalWrite(IN3, motorActions[accion][2]);
 digitalWrite(IN4, motorActions[accion][3]);

 // Configurar velocidades ENA y ENB
 analogWrite(ENA, motorActions[accion][4]);
 analogWrite(ENB, motorActions[accion][5]);
}
```

Capítulo 8

Intervención didáctica con Arduino para la enseñanza-aprendizaje de la temperatura y humedad

Fabricio Vladimir Vinces-Vinces
Universidad Nacional de Loja, Facultad de la Educación, el Arte y la Comunicación, Loja, Ecuador
fabricio.vinces@unl.edu.ec

Daniela Carolina Albito Carrión
Universidad Nacional de Loja – Alumni, Loja, Ecuador
daniela.albito@unl.edu.ec

Resumen

La acelerada evolución tecnológica ha permitido a los educadores introducir herramientas que fomenten una mayor implicación de los estudiantes en el proceso de enseñanza-aprendizaje, y promuevan el desarrollo de competencias esenciales para el siglo XXI. En este contexto, esta investigación se planteó: describir el proceso metodológico de una intervención didáctica utilizando Arduino para la enseñanza de conceptos básicos de termodinámica en el nivel de Bachillerato. Este estudio tuvo un alcance descriptivo, no experimental, centrado en percepciones. La intervención didáctica se desarrolló en una institución educativa pública de la ciudad de Loja, Ecuador. Esta consistió en cuatro clases de 40 minutos cada una, dirigidas a 31 estudiantes de segundo de Bachillerato. Para la obtención de datos se empleó un cuestionario validado por expertos que permitió conocer el

nivel de aceptación de los participantes respecto de la intervención. Los resultados indican una valoración altamente positiva respecto de la utilidad, el carácter innovador y el enfoque práctico de la experiencia. Se concluye que Arduino es bien aceptado por los estudiantes como recurso que vincula teoría y práctica; no obstante, se requieren estudios con un diseño experimental (preexperimental u otro) para estimar su impacto en el aprendizaje.

Palabras clave: Innovación pedagógica; enseñanza de la Física; educación secundaria

Introducción y revisión de literatura

A medida que las nuevas tecnologías se van implementando en el aula de clase, el modelo de enseñanza-aprendizaje cambia, promoviendo que tanto el docente como el estudiante aumenten las competencias en diversas áreas, especialmente la tecnológica, diversificando las formas de aprender y enseñar. Asimismo, es conocido que la asignatura de Física, a nivel de educación secundaria, ha tenido una escasa aceptación por parte de los estudiantes, puesto que ellos la consideran como una materia complicada, aburrida y, en general, de poco provecho y atractivo. Dicha falta de interés se ve reflejada en los bajos resultados académicos obtenidos en la misma, de acuerdo con el informe de PISA para el Desarrollo (PISA-D) de 2018, en el área de ciencias, que incluye Física, el 52,7 % de los estudiantes ecuatorianos evaluados no alcanzaron el nivel básico de habilidades, es decir, la mitad de los estudiantes presentaron un bajo desempeño (Instituto Nacional de Evaluación Educativa, 2018).

Varios autores como Morales et al., (2015), Elizondo (2013), Villareal et al., (2005) y Gil et al., (1989) destacan la evidente dificultad generalizada que se manifiesta en los estudiantes con el aprendizaje de

la Física, en parte, relacionada con la escasa motivación, la complejidad debido a su abstracción y visión lineal y la falta de experimentación y vinculación con la vida real. Por lo tanto, para enseñar y aprender Física, es importante tener en cuenta tres aspectos fundamentales: la formación disciplinar del docente en el área, la forma de impartir la asignatura y los mecanismos de apropiación del conocimiento de los estudiantes. Dicho esto, la manera en la que el docente imparte su clase tendrá un impacto significativo en la percepción que los estudiantes desarrollen sobre esta ciencia.

Estos resultados invitan a reflexionar sobre los procesos de enseñanza-aprendizaje, y resaltan la necesidad de implementar metodologías activas y contextualizadas que acerquen la Física a la realidad del estudiantado, haciendo visible su utilidad práctica. Como precisión, el currículo educativo ecuatoriano vigente estipula que la asignatura de Física se debe desarrollar mediante el uso de las TIC (Tecnologías de la Información y Comunicación), puesto que facilita el desarrollo de capacidades para debatir, explicar y exponer ideas, las cuales son el resultado de las actividades de investigación y experimentación de los estudiantes. De acuerdo con el Ministerio de Educación de Ecuador (2016):

> La ciencia debe ser una fuente de inspiración para fomentar la curiosidad y el asombro entre los estudiantes; ofreciéndoles, no solamente enseñanzas teóricas, sino también oportunidades para adquirir habilidades y capacidades de acceso, manejo, análisis, innovación y aplicación de los conocimientos científico-tecnológicos. (p. 229)

Por tanto, dada la sociedad en que vivimos, ampliamente computarizada y robotizada, es imprescindible que el docente aplique nuevos aspectos para preparar a los alumnos en el desarrollo de competencias y

habilidades, que les ayuden a pasar de ser consumidores de tecnología a ser creadores tecnológicos (Kuhn, 2020).

Para la integración efectiva de la tecnología no solo se requiere del conocimiento técnico del recurso, sino de su inclusión pedagógica acorde a los contenidos curriculares. Por ende, el modelo TPACK (Tecnología, Pedagogía y Conocimiento del Contenido) como marco de referencia de esta investigación, emplea las TIC para lograr un diseño eficiente de los cursos, mediante el uso de los conocimientos tecnológicos, disciplinares y pedagógicos; además, facilita el desarrollo de competencias digitales en los docentes, promoviendo una incorporación efectiva de las TIC en las actividades escolares y contribuyendo al cumplimiento de los lineamientos establecidos en el currículo educativo ecuatoriano (Salas-Rueda, 2019).

En este sentido, Amaya et al., (2020) sugieren que las metodologías tradicionales no preparan a los estudiantes de manera adecuada para el futuro, por lo que es indispensable una transición hacia modelos constructivistas enfocados en las tecnologías actuales. El enfoque TPACK resulta pertinente y beneficioso para lograr una integración efectiva de las TIC en el proceso de enseñanza y aprendizaje; en línea con esta postura, Sabino (2021) sostiene la necesidad de integrar pedagogías emergentes en el contexto educativo del siglo XXI. Se ha evidenciado que los docentes con un mayor dominio en contenidos curriculares tienden a seleccionar con mayor acierto las tecnologías adecuadas para sus asignaturas, evidenciando que la integración efectiva de la tecnología debe estar sustentada por bases pedagógicas sólidas.

Complementando esta visión, Jaramillo et al., (2020) proponen que los docentes diseñen espacios de aprendizaje creativos, donde incentiven el pensamiento, la invención y el descubrimiento, priorizando no solo los

objetos en sí mismos, sino las relaciones que se puedan establecer entre ellos; innovar en educación no significa crear simplemente algo nuevo, sino combinar diversos elementos y perspectivas que generen nuevas formas de aprender e interactuar con el entorno y la sociedad moderna.

Así, Arduino surge como un complemento y eje central para que los estudiantes desarrollen el conocimiento de manera activa, participativa y constructiva, en donde puedan aplicar desde lo práctico los fundamentos teóricos accediendo a un aprendizaje significativo, a través del acercamiento a modelos de aplicación basados en experiencias similares a las encontradas en las industrias o en el contexto laboral, pero con la ventaja de usar materiales que poseen un bajo costo, software libre y de fácil implementación.

En concordancia, González (2019) sugiere que Arduino procede de una filosofía de aprender haciendo, procurando facilitar el trabajo directo por medio de la interactividad, por ello, hay proyectos de investigación que demuestran que el uso de esta herramienta sirve como apoyo a la didáctica y al aprendizaje en los estudiantes.

Se puede utilizar esta herramienta para exponer conceptos complejos, desarrollar una mayor comprensión y significancia; y motivar a través del trabajo colaborativo (Alegre y Cuetos, 2021). Su implementación en el aula de clase se conforma como un recurso clave para fomentar la creatividad y razonamiento lógico de los estudiantes.

Bajo esta premisa, la presente investigación se desarrolló con la finalidad de documentar el proceso metodológico para desarrollar una experiencia pedagógica innovadora que integre tecnología accesible —como Arduino— en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física, particularmente en el tema de temperatura y humedad, haciendo énfasis en la forma de vincular la teoría con la práctica en la resolución de

situaciones contextualizadas con la vida real; y determinar el nivel de aceptación de los estudiantes respecto a su uso.

Buscando contribuir de manera significativa a los actores de la comunidad educativa, docentes y estudiantes, ya que a través de Arduino se pretende despertar su interés y motivación, dado que este se adapta a un entorno real y experimental, facilita la vinculación de contenidos teóricos con el mundo físico, guía a los estudiantes a la resolución de problemas; mejora sus capacidades de análisis, pensamiento crítico o computacional, creatividad, trabajo en equipo y responsabilidad por su propio aprendizaje (Higuera et al., 2019; Peña et al., 2019; Zarate, 2022).

El presente estudio se ha visto reflejado en diversas investigaciones como en la de Kuhn (2020), quien afirma que los recientes estudios revelan cómo la utilización de Arduino puede ayudar a los estudiantes a entender los fenómenos físicos, la relación entre variables dependientes e independientes y la obtención de datos en tiempo real, consiguiendo favorecer la alfabetización científica y digital, objetivos que en la actualidad persigue la enseñanza obligatoria; de igual forma, Santamarta (2021) indica que además de mejorar y complementar el aprendizaje del estudiante, presenta nuevos escenarios de enseñanza y aprendizaje en el aula y que los estudiantes lo acogen con curiosidad e interés.

Arduino a lo largo de los años se ha potencializado como una herramienta popular, estudiada y empleada con mayor frecuencia en el ámbito educativo, específicamente en el nivel de educación secundaria, lo que se puede atribuir a varios factores, tales como: su fácil manejo, su accesibilidad y su adaptabilidad en diversas temáticas, creando experiencias prácticas y tangibles para los estudiantes. Para Sánchez (2014) con esta herramienta se pueden realizar experimentos de Física que demuestran las teorías tratadas en el currículo de Bachillerato, lo que comprueba su veracidad y aplicación a diversas situaciones de la

vida cotidiana; posibilitando la elaboración de proyectos que de otro modo no serían posibles. Por lo tanto, exponer a los estudiantes a esta tecnología mejora la experiencia de las clases de Física, más allá de los problemas de libros y laboratorios tradicionales, convirtiéndose en un medio efectivo y de bajo costo que proporciona mediciones precisas y repetibles (Huang, 2015).

A través de esta experiencia, el objetivo de la investigación es aportar evidencia sobre el potencial del uso de Arduino como recurso didáctico para la enseñanza de conceptos básicos de temperatura y humedad en Bachillerato, describiendo el proceso metodológico de la intervención y valorando la aceptación de los estudiantes respecto a su implementación.

Metodología

Participantes

El estudio de campo fue desarrollado en una institución educativa pública situada en el área urbana de la ciudad de Loja, Ecuador. En donde, previo a un acercamiento con las autoridades de la institución (Rector y Coordinador del área), se formalizó su colaboración a través de un escrito. Para la elección de los participantes se empleó la técnica de muestreo no probabilístico, conformando así una muestra compuesta por un grupo de 31 estudiantes correspondientes al nivel de educación media superior (equivalente al segundo año de Bachillerato en el sistema educativo ecuatoriano) elegidos por conveniencia. Los participantes tenían una edad media de 16 años, con un rango entre 15 y 17 años. En cuanto a la distribución por sexo, el grupo estuvo conformado por 17 mujeres (54,8 %) y 14 hombres (45,2 %). Además, se encontraban en un contexto de aprendizaje inicial de termodinámica, puesto que el tema abordado fue una introducción, ya que no había sido

explorado anteriormente, tampoco tenían experiencia previa con el uso de la plataforma Arduino.

Instrumentos

Para guiar la implementación de la propuesta, se realizó una planificación estructurada en cuatro clases de 40 minutos cada una, siguiendo una secuencia didáctica cíclica (inicio, desarrollo y cierre), articulada de acuerdo con los contenidos del currículo nacional y los principios del modelo TPACK. En este plan se incluye la inducción de conceptos básicos de temperatura y humedad, y actividades prácticas mediante el uso de Arduino, favoreciendo la construcción activa del conocimiento del estudiante.

Como instrumento para la recolección de información, al final de la intervención se aplicó una encuesta de satisfacción, con el objetivo de conocer las percepciones de los estudiantes con relación a la experiencia desarrollada. La encuesta incluyó ocho preguntas: cinco cerradas (tres con escala tipo Likert de cinco valoraciones y dos dicotómicas) y tres preguntas abiertas, orientadas a recabar información asociada a aspectos como: la primera, el interés generado; la segunda, la utilidad percibida al implementar Arduino para aprender Física; y, la última, respecto a la valoración general de la propuesta. El instrumento fue revisado y validado por dos docentes expertos en la enseñanza de la Física, quienes evaluaron tres criterios para cada ítem: claridad, pertinencia y relevancia; a partir de la validación de contenido se ajustaron la mayoría de los ítems.

Procedimientos

La intervención didáctica se estructuró en tres fases: Gestión, Planificación y Ejecución, articuladas de acuerdo con los procedimientos necesarios para su puesta en marcha.

Se realizó un acercamiento previo con las autoridades de la institución educativa de interés, formalizando su colaboración a través de un escrito. Seguidamente, se dialogó con el docente encargado de impartir esta asignatura, quien dispuso el horario para trabajar: cuatro clases de 40 minutos cada una. Se informó oportunamente a los participantes sobre los objetivos del estudio, garantizando su participación voluntaria mediante la aplicación de un consentimiento informado. Asimismo, se aseguró la confidencialidad y el resguardo de los datos personales, empleándose únicamente con fines académicos y de investigación.

Posteriormente, se planificó y diseñó la intervención articulada siguiendo la estructura: inicio, desarrollo y cierre. Combinando explicación de conceptos teóricos, actividades experimentales, inducción a la programación básica con Arduino y análisis de datos.

Las sesiones diseñadas en la etapa de planificación fueron implementadas de forma secuencial, respetando los tiempos, actividades y recursos previstos. Una vez finalizada la intervención, se aplicó la encuesta de satisfacción, con el fin de conocer la perspectiva de los participantes acerca de la integración de Arduino en la enseñanza de la Termodinámica.

Análisis de datos

La investigación se fundamenta bajo un estudio descriptivo, no experimental, centrado en analizar las percepciones de los participantes frente a la experiencia pedagógica mediada por tecnología. Este tipo de análisis busca comprender fenómenos educativos en su contexto natural, prestando atención al punto de vista de cada estudiante, sin intervenir ni manipular las variables de estudio. Los datos recogidos brindaron información sobre las opiniones de los estudiantes en torno al interés, utilidad y motivación que les generó la práctica. Estas respuestas fueron sistematizadas a través de gráficos de frecuencia y porcentajes, que permitieron identificar tendencias significativas.

Resultados

Descripción metodológica de la intervención didáctica

El proceso metodológico de la intervención didáctica se estructuró en torno a tres fases principales: Gestión, Planificación y Ejecución. Esta secuencia permite abordar de forma sistemática y progresiva los aspectos administrativos, didácticos y operativos de la propuesta, de tal manera que exista coherencia entre los recursos disponibles, los objetivos de aprendizaje y la aplicación efectiva en el aula. La Figura 8.1 resume lo que implica cada fase.



Figura 8.1. Fases de la intervención didáctica.

A partir de la Figura 8.1, se detalla a continuación el desarrollo de cada una de las fases de la intervención.

Fase de gestión

Esta fase es necesaria cuando la intervención la aplica un docente externo a la institución educativa (es el caso de esta experiencia). Aquí se seleccionó la institución educativa participante y el grupo de estudiantes al que se orienta la propuesta, tomando en consideración el nivel y la pertinencia del contenido curricular. Se hizo un acercamiento

con las autoridades institucionales (Rector y coordinador del área) para explicarles los objetivos del proyecto, la relevancia y necesidades logísticas. Posteriormente, se formalizaron los permisos pertinentes, para así garantizar la ética y viabilidad del proyecto, además, se verificó la disponibilidad de recursos tecnológicos como: computadoras, conexión a internet y proyector; y se aseguró que la infraestructura tenga las condiciones necesarias para su implementación en el aula.

Fase de planificación

En esta fase se define la estrategia metodológica para la intervención, misma que se recomienda esté fundamentada en el modelo TPACK (Conocimiento Tecnológico, Pedagógico y del Contenido). Se seleccionan los temas específicos de Termodinámica a trabajar, como la temperatura y humedad, en función del currículo nacional ecuatoriano. A partir de estos contenidos, se diseñan y estructuran las sesiones didácticas; se sugiere organizarlas siguiendo una secuencia cíclica; Inicio, Desarrollo y Cierre. Aquí se desglosa la planificación, de tal manera que se explicite todo lo que se pretende hacer en la intervención, este documento debe ser revisado por expertos previo a su implementación. También, en esta fase se elabora la encuesta de satisfacción como instrumento para recoger la información sobre la experiencia de los estudiantes. La planeación debe seguir una estrategia de seminarios-talleres, dado que esta es una buena práctica de participación del estudiantado. En esta fase se plasma, teóricamente, el logro de un producto por parte de los estudiantes, mismo que surge a partir de una pregunta motivadora. En el caso de esta investigación fue diseñar una estación meteorológica, que surge como parte de dar respuesta a la siguiente cuestión: ¿Qué instante del día consideras que es el más frío o caliente en el casco urbano de la ciudad en la que resides?

Fase de ejecución

En esta fase se ejecuta la intervención, la cual consistió en cuatro seminarios-talleres. La Tabla 8.1 muestra cómo se implementó la experiencia en cada una de las partes de la secuencia cíclica.

Tabla 8.1. Desarrollo de la intervención didáctica por sesiones.

Fase de inicio			
Taller	**Contenido principal**	**Actividades realizadas**	**Observaciones generales**
1	Introducción a la Termodinámica	Pregunta inicial que justifica las siguientes partes de la intervención, conceptos clave y formulación de ejemplos vinculados con la vida cotidiana. Búsqueda de respuestas a la pregunta motivadora.	Participación activa de los estudiantes. Interés por relacionar los fenómenos reales con la teoría científica.
Fase de desarrollo			
Taller	**Contenido principal**	**Actividades realizadas**	**Observaciones generales**
2	Inducción al uso de Arduino	Identificación de componentes, explicación del circuito, revisión del sketch (código fuente).	Curiosidad por su uso y simplicidad. Algunos estudiantes presentaron dudas técnicas iniciales.
3	Construcción de la estación meteorológica	Montaje del circuito, conexión de sensores, carga del programa, pruebas funcionales.	El trabajo colaborativo se desarrolló de manera adecuada. Se resolvieron dudas y dificultades en el transcurso de la sesión.

Fase de cierre			
Taller	**Contenido principal**	**Actividades realizadas**	**Observaciones generales**
4	Análisis de datos y reflexión final	Interpretación de los datos obtenidos en tiempo real, discusión guiada, aplicación de la encuesta.	Se evidenció motivación e interés. Valoración positiva de la experiencia realizada.

La Tabla 8.1 revela que, en la primera clase, se activaron conocimientos previos mediante una pregunta inicial –¿Qué instante del día consideras que es el más frío o caliente en el casco urbano de la ciudad que resides? – y para dar respuesta a la misma, se introdujeron algunos conceptos básicos de temperatura y humedad. En el segundo seminario-taller, se introdujo brevemente el manejo de Arduino, sus componentes y el entorno de desarrollo integrado de Arduino (IDE Arduino), indicando a los estudiantes cómo se instala, configura y aspectos fundamentales para su programación; en el tercer taller, los estudiantes participaron en el diseño, montaje y programación de la estación meteorológica con Arduino, para ello se explicaron los materiales a utilizar (Placa Arduino UNO, Protoboard, Jumpers, Sensor DHT22, LCD 16x2, Potenciómetro y resistencias), se hizo el montaje en conjunto con los estudiantes y se cargó el programa para poner en funcionamiento la estación, donde pudieron observar su funcionamiento en tiempo real.

En el cuarto taller se analizaron los datos obtenidos tras dejar en funcionamiento la estación meteorológica durante 24 horas, los cuales fueron presentados mediante gráficas generadas por software. Finalmente, se promovió una reflexión colectiva acerca de cómo los conocimientos teóricos aprendidos se pueden aplicar a situaciones del diario vivir, de tal forma que se genere un aprendizaje significativo. Como parte del cierre, y siendo un buen indicador de percepción

del estudiante respecto a la calidad de las clases recibidas, se aplica un instrumento para medir la satisfacción. En este estudio se aplicó un cuestionario con 8 preguntas, cuyos resultados se muestran a continuación.

Valoración de la intervención por los estudiantes

La Figura 8.2 muestra los resultados de la pregunta 1, referente a ¿Qué le ha parecido la implementación de Arduino para la enseñanza y aprendizaje de la Física?, se obtuvo que:

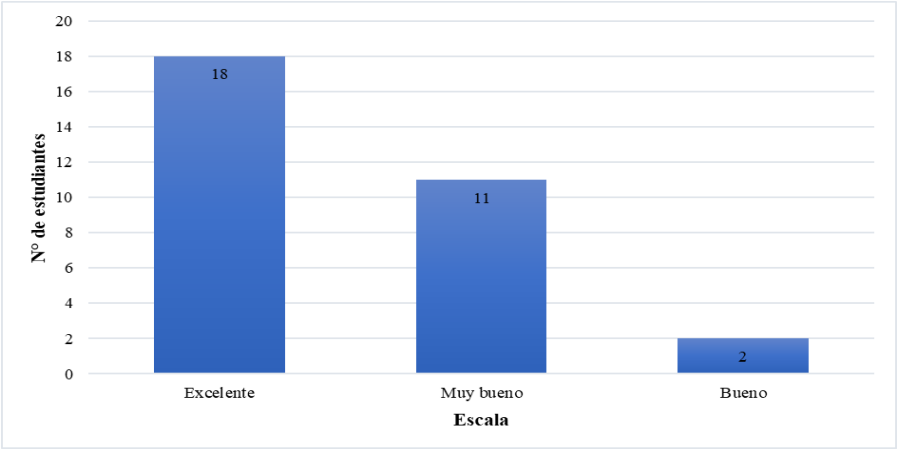


Figura 8.2. Opinión sobre la implementación de Arduino en la enseñanza-aprendizaje de la Física ($n = 31$).

El 58 % de los encuestados tuvo una opinión calificada como "Excelente", el 35 % tuvo una opinión calificada como "Muy bueno" y el 7 % "Bueno", estos porcentajes sugieren que una mayoría considera que la implementación de Arduino ha sido altamente positiva y beneficiosa para la enseñanza-aprendizaje de esta ciencia. Es importante tener en cuenta que los criterios de "regular" y "malo" no fueron seleccionados

por ningún estudiante en la encuesta. Esto implica que ninguno de los participantes tuvo una opinión negativa o neutral sobre la experiencia áulica con Arduino, lo cual refuerza la idea de que la implementación ha sido ampliamente percibida como positiva.

En la Figura 8.3 se muestran los resultados de la pregunta 2 acerca de: ¿Qué tan fácil o difícil le resultó comprender el tema de clase con el uso de Arduino?, los estudiantes contestaron que:

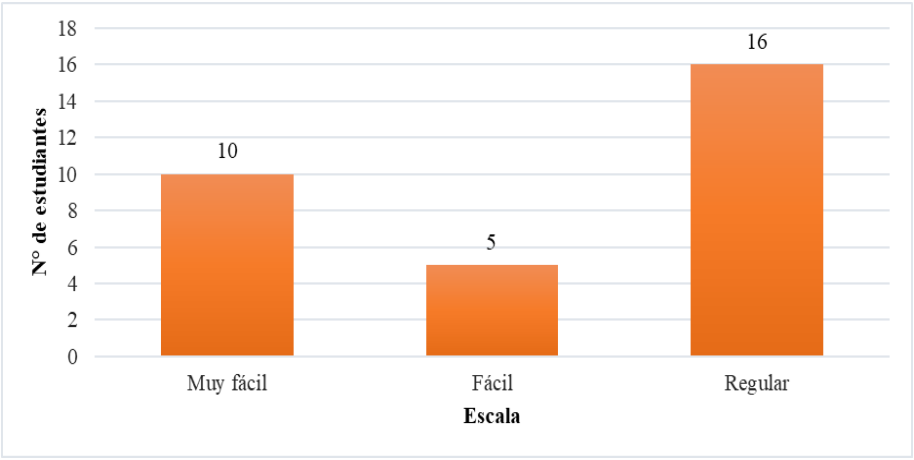


Figura 8.3. Nivel de comprensión del tema con el uso de Arduino (n = 31).

Los resultados revelan que la mayoría de los estudiantes tuvieron una opinión neutra o intermedia sobre su nivel de comprensión del tema de clase utilizando Arduino. En otras palabras, el 52 % consideró su nivel de comprensión como “Regular”, lo que sugiere que encontraron cierta dificultad o que su comprensión no fue ni muy fácil ni muy difícil. Seguidamente, el 32 % lo consideró “Muy fácil” lo que indica que un porcentaje significativo tuvo una experiencia positiva y encontró el tema de clase comprensible sin dificultades. Solo un 16 % indicó que la comprensión fue “Fácil”.

Para las preguntas 3 y 4, relacionadas con: ¿Estudiar Física mediante Arduino le ha generado mayor interés por aprender contenidos de dicha asignatura? y ¿Considera que la actividad de aprendizaje realizada con Arduino fue de su interés? Se obtuvo que un 84 % y 94 %, respectivamente, opinaron que el aplicar Arduino para aprender contenidos de Física "sí" les generó mayor interés, ya que un alto porcentaje coincide en que el uso de la tecnología los motivó y permitió centrarse mejor en aprender el tema presentado en clase, adicionalmente, se destaca su inclinación hacia una futura profesión enmarcada en este ámbito, subrayando de tal forma los beneficios de aplicar esta plataforma en el campo educativo. El porcentaje restante que respondió "no" mencionó que no les llamó la atención, o que no tienen afinidad por el uso de la tecnología.

En relación con las preguntas 6 y 7 referentes a *los aspectos que captaron más o menos la atención de los estudiantes en cuanto al uso de Arduino,* la mayoría de ellos expresó que encontró relevantes las diversas aplicaciones y usos que se pueden dar a este dispositivo. Además, mostraron interés en las conexiones y la programación de Arduino, así como en su facilidad de uso, adquisición y disponibilidad.

Aunque algunos estudiantes enfrentaron ciertas dificultades al comprender las conexiones y los datos presentados durante la práctica, un gran número de los participantes afirmó que todo lo expuesto les resultó interesante y consideraron que no existieron aspectos negativos en general.

Por último, en la octava interrogante se preguntó: ¿qué tan satisfecho se siente con el desarrollo de la clase?, la Figura 8.4 resume los resultados.

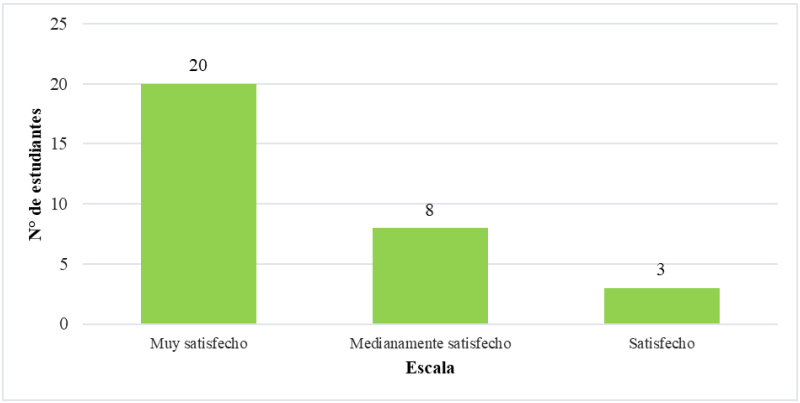


Figura 8.4. Nivel de satisfacción de los estudiantes (*n = 31).*

Estos resultados muestran el nivel de satisfacción de los estudiantes con la experiencia de aprendizaje utilizando Arduino en la clase de Física. El hecho de que 20 estudiantes (64 %) se hayan sentido "muy satisfechos" sugiere que la mayoría tuvo una experiencia positiva y gratificante. El 26 % de estudiantes se sintió "medianamente satisfecho", lo que indica que tuvieron una experiencia aceptable, pero tal vez algunos aspectos podrían mejorar. Por último, el 10 % de los participantes se sintió simplemente "satisfecho", lo que indica que tuvieron una experiencia agradable. En general, estas impresiones indican que la mayoría de los estudiantes (90 %, considerando "Muy satisfecho" y "Medianamente satisfecho") respondió positivamente a la enseñanza de la Física utilizando Arduino, lo que sugiere que el uso de esta herramienta en el aula de clase ha sido beneficioso y ha generado motivación e interés entre los estudiantes.

Por lo tanto, Arduino es una herramienta complementaria que genera una percepción positiva de satisfacción, interés y motivación en los estudiantes, al incluirla en la enseñanza-aprendizaje de la Física. En investigaciones similares se han encontrado resultados semejantes, destacando el estudio realizado por de Lima et al., (2020) quienes, al

aplicar un cuestionario, encontraron que el 88 % de los encuestados consideraron que Arduino es una gran herramienta para utilizar y producir la enseñanza de la Física. Esto convierte a Arduino en un medio innovador en la práctica educativa; los estudiantes destacan que los experimentos contribuyeron haciendo las clases más dinámicas e interactivas. En palabras del alumno A, "la clase se vuelve más diversa e interactiva", mientras que el alumno B afirma que "con el experimento resulta mucho más fácil comprender el contenido". Estas respuestas muestran que la aplicación de Arduino diversifica la clase y la hace más atractiva para los alumnos.

Discusión

Parte de esta investigación fue documentar el proceso metodológico empleado al utilizar Arduino como herramienta para la enseñanza-aprendizaje de Física, donde la evidencia documentada revela que se puede desarrollar mediante la ejecución de fases que siguen una secuencia lógica y sistemática. Estas fases o etapas propician el aprendizaje de manera adecuada, donde Arduino interviene como un medio facilitador de la obtención de conocimientos, que involucra tanto al docente como al estudiante, siendo este último el protagonista de construir el conocimiento a través de su experiencia y reflexión.

Se recomienda iniciar con una pregunta guía que sea motivadora y esté relacionada con el contexto, de modo que su resolución represente un desafío para el estudiante, promoviendo la integración de bases teóricas y el uso de herramientas TIC. En este sentido, la etapa de planificación resulta esencial, ya que permite definir con claridad las áreas y niveles educativos involucrados, los problemas o unidades de estudio que pueden abordarse de forma transversal, las competencias a desarrollar, los contenidos centrales, los productos esperados, las estrategias

pedagógicas y metodológicas, los recursos tecnológicos a emplear, así como los mecanismos de evaluación, el cronograma y la organización temporal de la propuesta.

Esta propuesta constituye un ejemplo de cómo enfocar los contenidos del currículum de Física de manera distinta, siendo aplicable a otras unidades didácticas de la programación de la asignatura. Esto es así gracias a la amplitud de componentes de Arduino disponibles en el mercado y a la flexibilidad de su software, puesto que posibilita la creación de varias prácticas experimentales, de mayor o menor dificultad, dependiendo del nivel de conocimiento enfocado.

En lo referente al nivel de aceptación en los estudiantes de educación secundaria sobre el uso de Arduino para la enseñanza-aprendizaje de la Física, se obtuvo un 90 % de satisfacción e interés por parte de los estudiantes, quienes se mostraron motivados y atentos durante el proceso de aprendizaje, destacando la facilidad de manejo de la herramienta, el valor de la tecnología como medio para adquirir nuevos conocimientos, su versatilidad para llevar la teoría a la práctica. En consecuencia, consideraron que el uso de esta herramienta resultó una forma divertida y efectiva para facilitar el estudio de esta ciencia. Los resultados sugieren que un proceso mediado con la herramienta genera predisposición (satisfacción, interés y motivación) al logro de aprendizaje significativo en Física, lo que resulta fundamental para innovar respecto a nuevas formas de aprender y enseñar; en las cuales los estudiantes logren fortalecer sus habilidades, destrezas, actitudes y valores. Se corrobora que la enseñanza-aprendizaje de la Física contextualizada permite motivar e incentivar a los estudiantes a construir sus propios conocimientos, consolidar los ya adquiridos en el aula de clase, simular fenómenos para ser estudiados a mayor detalle, reemplazar laboratorios físicos por virtuales, trabajar en equipo, entre otras ventajas.

Este criterio es afianzado por Solís (2018) quien indica que la enseñanza de la Física se fortalece con Arduino, siendo factible tanto económica como pedagógicamente su aplicación. Peña et al., (2019) también dan énfasis en que la implementación de esta herramienta ha sido valorada positivamente por los alumnos, quienes adquirieron habilidades, destrezas y conocimientos por medio de la elaboración del proyecto, encaminado a solucionar el problema planteado. García (2020) presenta resultados semejantes, resaltando que el medio didáctico utilizado (Arduino) agregó mucho valor y tuvo un fuerte impacto para producir interés y aprendizaje significativo en los educandos. Dicha ganancia de aprendizaje la cuantificó a través del factor de Hake, el cual posiciona el nivel de ganancia de aprendizaje como alto.

Arduino permite al educando convertirse en un investigador activo, motivándolo a explorar y crear distintos instrumentos para demostrar fenómenos físicos o dar respuesta a las problemáticas que surgen en su vida cotidiana. Además, los estudios respaldan la idea de que Arduino no solo enriquece el proceso educativo, sino que también fortalece el interés de los estudiantes por la Física al hacerla más tangible y práctica. Al interactuar directamente con los conceptos y fenómenos físicos a través de proyectos, los estudiantes experimentan una mayor comprensión y conexión con esta ciencia, lo que impulsa su interés y participación en la construcción de su aprendizaje, preparándolos para los desafíos del mundo actual.

Conclusiones

El proceso metodológico de una intervención didáctica responde a una secuencia sistemática y cíclica que exige del profesional un dominio científico, técnico y pedagógico de la temática abordada. Este proceso parte de una pregunta contextualizada, la cual orienta el diseño y

desarrollo de las clases, garantizando su pertinencia y coherencia pedagógica.

Para que la intervención didáctica sea efectiva y objetiva, debe estructurarse en tres fases fundamentales: Gestión, Planificación y Ejecución. Esta última contempla una dinámica cíclica de seminarios-talleres organizados en tres momentos: Inicio, Desarrollo y Cierre. El número de seminarios-talleres se define en función de la complejidad y amplitud de la temática tratada.

El nivel de aceptación de los estudiantes de educación secundaria frente al uso de Arduino para el aprendizaje de la Física ha sido positivo, ya que los mismos han manifestado un alto grado de satisfacción e interés, sintiéndose comprometidos con el proceso de aprendizaje. Constatando que Arduino no solo enriquece el proceso educativo, sino que también fortalece el interés por la Física al hacerla más práctica y contextualizada a la realidad, ofreciendo la oportunidad de abordar diversos contenidos curriculares de manera natural, integral, motivadora y contextualizada.

Arduino se constituye como un medio de apoyo para la enseñanza-aprendizaje, potencia la labor docente, genera interés en los estudiantes y promueve el trabajo colaborativo generando alta aceptación y viabilidad pedagógica. Su importancia radica en su fácil manejo y accesibilidad, lo que posibilita que los estudiantes apliquen, desde la práctica, los conocimientos teóricos de la asignatura. El proceso de intervención didáctica se convierte en una opción viable pedagógicamente para llevar adelante procesos de enseñanza-aprendizaje sólidos aplicados en contextos reales y a la vez obtener datos para el análisis y la investigación.

Limitaciones y trabajos futuros

Aunque los hallazgos de esta investigación fueron positivos, este trabajo posee algunas limitaciones que deben ser consideradas para la interpretación de los resultados. En primer lugar, el estudio se realizó con una muestra reducida de 31 estudiantes, elegidos mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia, lo que limita la posibilidad de generalizar los resultados a otros contextos educativos.

La intervención se aplicó en un corto periodo de tiempo (4 sesiones), lo que impidió evaluar de manera sistemática el impacto del uso de Arduino en el aprendizaje conceptual a mediano o largo plazo. La ausencia de una evaluación para medir los conocimientos también constituye una limitante importante, ya que el estudio se centró únicamente en recoger las opiniones de los participantes a través de la aplicación de una encuesta de satisfacción.

Por otro lado, la implementación dependió de ciertas condiciones técnicas necesarias (conexión de internet estable, computadoras, proyector), que, si bien fueron viables en la institución participante, podrían representar un impedimento o limitante para otros centros educativos.

Estas limitaciones abren la posibilidad para que en futuras investigaciones se amplíe el alcance del estudio, incluyendo muestras más grandes y diversas, así como un grupo de control; la aplicación de instrumentos complementarios para medir el aprendizaje (pre y postest), rúbricas, proyectos y el seguimiento longitudinal de los efectos de este tipo de intervenciones. Ello permitiría profundizar en el impacto de su aplicación frente a las metodologías tradicionales, comúnmente aplicadas.

Referencias bibliográficas

Alegre, M., y Cuetos, M. (2021). Sensores y equipos de captación automática de datos en los trabajos prácticos de Física y Química de Secundaria y Bachillerato: el uso de Arduino. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 18(1), 1–16.* https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i1.1202

Amaya, I. d., Araque, W. O., y Martínez, M. L. (2020). El modelo TPACK como estrategia para integrar las TIC en el aula escolar a partir de la formación docente. *Revista Espacios, 41(16), 6–16.* http://es.revistaespacios.com/a20v41n16/20411606.html

de Lima, L., Songa, E., y de Araújo, F. (2020). O uso do Arduíno como uma ferramenta metodológica para o ensino de física no ensino médio. *arXiv,* 1(1), 1-15. https://arxiv.org/pdf/2003.10594

Elizondo, M. (2013) Dificultades en el proceso enseñanza aprendizaje de la Física. *Presencia Universitaria, 3(5). pp. 70-77.* http://eprints.uanl.mx/id/eprint/3368

García, M. (2020). *Estrategia metodológica para la enseñanza del concepto de energía en ciencias naturales del grado quinto integrando la plataforma Arduino como medio didáctico [Trabajo fin de máster, Universidad Nacional de Colombia].* https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/78404

Gil, D., Senet., F., y Solbes, J. (1989). Física moderna en la enseñanza secundaria: una propuesta fundamentada y unos resultados. *Revista Española de la Física, 3(1), 53-58.* https://roderic.uv.es/handle/10550/44250

González, E. (2019). *Diseño de un prototipo de juego digital utilizando la placa Arduino para el desarrollo de las habilidades de multiplicación [Trabajo fin de máster, Universidad Casa Grande].* http://dspace.casagrande.edu.ec:8080/handle/ucasagrande/1952

Higuera, D., Guzmán, J., y Rojas, A. (2019, del 11 al 13 de septiembre). Implementando las metodologías STEAM y ABP en la enseñanza de la física mediante Arduino [congreso]. *Congreso Internacional en Inteligencia Ambiental, Ingeniería de Software y Salud Electrónica y Móvil, Pereira, Colombia.* https://revistas.utp.ac.pa/index.php/memoutp/article/view/2304

Huang, B. (2015). Open-source Hardware - Microcontrollers and physics education - Integrating DIY sensors and data acquisition with arduino. ASEE Annual Conference and Exposition, Conference Proceedings 122nd ASEE Annual Conference and Exposition: Making Value for Society. *American Society for Engineering Education, 1 (1), 1 – 13.* https://doi.org/10.18260/p.24542

Instituto Nacional de Evaluación Educativa. (2018). *Educación en Ecuador. Resultado de PISA para el Desarrollo [Archivo PDF].* https://goo.gl/KR1bd4

Jaramillo, L., Mediavilla, A., López, S., Jaramillo, S., y Jaramillo, K. (2020). *Modelo TPACK: Una propuesta para la educación. Editorial Universidad Técnica del Norte.* https://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/12820

Kuhn, B. (2020). *Aprender Física haciendo con Arduino [Trabajo fin de máster, Universidad de Valladolid].* https://uvadoc.uva.es/handle/10324/43373

Ministerio de Educación. (2016). *Currículo Nacional: Ciencias Naturales. Física [Archivo PDF].* https://educacion.gob.ec/curriculo-ciencias-naturales/

Morales, L., Mazzitelli, C., y del Carmen, A. (2015). La enseñanza y el aprendizaje de la Física y de la Química en el nivel secundario desde la opinión de estudiantes. *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias, 10*(2), 11-20. https://doi.org/10.54343/reiec.v10i2.184

Peña, M., Rojas, A., García, C., Díaz, A., y Currea, A. (2019, del 11 al 13 de septiembre). Metodología ABP para el estudio de la Física [congreso]. *III Congreso en Inteligencia Ambiental, Ingeniería de Software y Salud Electrónica y Móvil, Pereira, Colombia.* https://revistas.utp.ac.pa/index.php/memoutp/article/view/2305

Sabino, M. J. (2021). *Los conocimientos tecnológicos, pedagógicos y de contenidos del profesorado universitario andaluz sobre las TIC: Análisis desde el modelo TPACK [Tesis doctoral inédita, Universidad de Sevilla].* https://idus.us.es/handle/11441/130431

Salas-Rueda, R. (2019). Modelo TPACK: ¿Medio para innovar el proceso educativo considerando la ciencia de datos y el aprendizaje automático? *Entreciencias: diálogos en la sociedad del conocimiento, 7(19), 51-66.* https://doi.org/10.22201/enesl.20078064e.2018.19.67511

Sánchez, D. (2014). *Prácticas de laboratorio de Física para alumnos de Bachillerato con Arduino* [Trabajo fin de máster, Universidad de Valladolid]. http://uvadoc.uva.es/handle/10324/6980

Santamarta, M. (2021). *Desarrollando experimentos utilizando la robótica de Arduino en la asignatura de Física de 2º de Bachillerato* [Trabajo fin de máster, Universidad de Cantabria]. http://hdl.handle.net/10902/22653

Solís, U. (2018). Aprendizaje Basado en Proyectos con Arduino para los cursos de física en Bachillerato. *Latin-American Journal of Physics Education*, *12*(4), 1–7. http://www.lajpe.org/index_dec18.html

Villareal, M., Lobo, H., Gutiérrez, G., Briceño, J., Rosario, J., y Díaz, J. (2005). La enseñanza de la Física frente al nuevo milenio. *Academia,* (4), 1-5. http://hdl.handle.net/20.500.12424/3676386

Zarate, L. (2022). *El Aprendizaje Basado en Proyectos con Arduino en la asignatura de Electrónica* [Trabajo fin de máster, Universidad Tecnológica Indoamérica]. https://repositorio.uti.edu.ec//handle/123456789/4681

Universidad Nacional de Loja

1859

Desafíos y perspectivas en la enseñanza y el aprendizaje de la Matemática y la Física

Enseñar Matemática y Física exige, de manera constante, un sólido dominio disciplinar y pedagógico, sustentado en claridad conceptual y evidencia empírica para enfrentar dos desafíos complementarios: reconocer con precisión las dificultades que persisten en el aula y diseñar estrategias capaces de superarlas. Este libro nace de esa doble necesidad. Por un lado, organiza y explica los nudos conceptuales que suelen obstaculizar el aprendizaje; por otro, presenta rutas metodológicas y recursos tecnológicos que, aplicados con criterio didáctico y una evaluación definida, pueden fortalecer y transformar la práctica docente.

El objetivo general de esta obra es analizar desafíos, perspectivas y propuestas didácticas vinculadas con la enseñanza-aprendizaje de la Matemática y la Física, a partir de estudios contextualizados que integran diagnóstico educativo, reflexión pedagógica, uso de tecnologías y diseño de estrategias orientadas al fortalecimiento de los aprendizajes.

Conscientes de que no existe una solución única, los autores sostienen una premisa compartida: la mejora educativa es acumulativa. Pequeños avances como una tarea mejor alineada, una rúbrica más precisa, un experimento más significativo o un uso más reflexivo de herramientas digitales, sostenidos en el tiempo, pueden generar grandes transformaciones.

9 789942 671615