

TRANSCRIPCIÓN DEL LENGUAJE FÍSICO AL MATEMÁTICO EN SECUNDARIA: RESULTADOS DIAGNÓSTICOS PARA FUNDAMENTAR EL APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS

TRANSLATION OF PHYSICAL LANGUAGE INTO MATHEMATICAL LANGUAGE IN SECONDARY EDUCATION: DIAGNOSTIC RESULTS TO SUPPORT PROBLEM-BASED LEARNING

Maestrante Paola Graciela Olmos Rendón

Maestría en Enseñanza de las Ciencias, Universidad Politécnica de Sinaloa
2024030507@upsin.edu.mx

ORCID: 0009-0000-3485-4280

Mazatlán, Sinaloa, México

Dra. Mónica Avelina Gutiérrez Haros

Doctora en Educación, Maestría en Enseñanza de las Ciencias,
Universidad Politécnica de Sinaloa

mgutierrez@upsin.edu.mx

ORCID: 0009-0007-3559-8363

Mazatlán Sinaloa, México

RECIBIDO: 12 DE MAYO DE 2026. REVISADO: 25 DE MAYO DE 2026. ACEPTADO: 27 DE MAYO DE 2026.

RESUMEN

La enseñanza de la física en secundaria presenta dificultades persistentes en la comprensión conceptual de los fenómenos y en la transcripción del lenguaje físico al matemático, lo que favorece aprendizajes fragmentados y el uso mecánico de fórmulas. Este estudio analiza la pertinencia del Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) como estrategia didáctica para fortalecer la modelización científica y la representación matemática de fenómenos físicos. Se desarrolló una investigación principalmente cuantitativa, con diseño cuasiexperimental y grupos no equivalentes, complementada con un análisis cualitativo interpretativo de respuestas abiertas. Como fase inicial, se aplicó un pretest diagnóstico para evaluar comprensión conceptual, identificación de variables y formalización matemática. Debido a que la intervención aún se encuentra en fase de implementación, el artículo presenta datos preliminares derivados de la etapa diagnóstica. Las evidencias obtenidas muestran bajos niveles de desempeño, especialmente en el plano conceptual y la construcción de modelos.

Palabras clave: Aprendizaje basado en problemas; Educación secundaria, Enseñanza de la física, Lenguaje matemático, modelización científica.

ABSTRACT

Physics teaching in secondary education presents persistent difficulties in students' conceptual understanding of phenomena and in transcription of physical language into mathematical language, leading to fragmented learning and the mechanical use of formulas. This study analyzes the relevance of Problem-Based Learning (PBL) as a didactic strategy for strengthening scientific modeling and the mathematical representation of physical phenomena. A primarily quantitative study with a quasi-experimental design and non-equivalent groups was conducted, complemented by a qualitative interpretive analysis of open-ended responses. As an initial phase, a diagnostic pretest was applied to assess conceptual understanding, identification of variables, and mathematical formalization. Since the intervention is still in the implementation phase, the article presents preliminary data derived from the diagnostic stage. The evidence obtained reveals low levels of performance, particularly in conceptual understanding and model construction.

Keywords: *Mathematical language, Problem-based learning, Physics teaching, Scientific modeling, Secondary education.*

INTRODUCCIÓN

La enseñanza de la física en educación secundaria Modelización científica enfrenta dificultades persistentes relacionadas con la comprensión conceptual de los fenómenos y su representación matemática. Con frecuencia, los estudiantes aprenden procedimientos algebraicos de manera descontextualizada, sin lograr establecer relaciones significativas entre el fenómeno físico, las variables involucradas y su formalización matemática. Esta situación favorece aprendizajes fragmentados y prácticas centradas en la memorización de fórmulas más que en la interpretación, argumentación y resolución de problemas científicos.

Diversas investigaciones en didáctica de las ciencias han señalado que una de las principales dificultades en física escolar radica en la transición entre el lenguaje cotidiano, el lenguaje físico y el lenguaje matemático. Desde la perspectiva de la modelización científica, Hestenes (1987) sostiene que la física debe enseñarse como un proceso de construcción de modelos explicativos y no únicamente como aplicación de ecuaciones. En esta misma línea, Greca y Moreira (1998) explican que muchos errores de los estudiantes tienen un origen conceptual más que exclusivamente matemático, debido a la ausencia de modelos mentales consistentes para interpretar fenómenos físicos.

En el contexto mexicano, esta problemática adquiere relevancia a partir de los resultados del Programme for International Student Assessment (PISA) 2022, donde México se ubicó por debajo del promedio internacional en matemáticas y ciencias (OECD, 2023). Estos resul-

tados reflejan limitaciones importantes en la resolución de problemas, el pensamiento crítico y la aplicación del conocimiento científico en situaciones contextualizadas. Frente a este panorama, la Nueva Escuela Mexicana propone fortalecer metodologías activas que favorezcan la contextualización, la interdisciplinariedad y la construcción significativa del aprendizaje (Secretaría de Educación Pública [SEP], 2022).

Ante esta problemática, el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) emerge como una estrategia didáctica pertinente para la enseñanza de la física, al organizar el aprendizaje mediante situaciones problemáticas auténticas que requieren comprensión conceptual, análisis de variables, argumentación y formalización matemática. Diversos estudios han documentado que el ABP favorece el pensamiento crítico, la resolución de problemas y la construcción significativa del conocimiento científico (Morales & Landa, 2004; Savery, 2006). Investigaciones recientes han reforzado la importancia de la modelización científica y de las metodologías contextualizadas para favorecer la comprensión conceptual y la transición entre representaciones físicas y matemáticas en educación secundaria (Furci & Adúriz, 2024; Romero-Castañeda & Córdova-Martínez, 2025; Julca-Asto et al., 2023).

Desde una perspectiva constructivista, aprender física implica reorganizar conocimientos previos y construir explicaciones científicas progresivamente más complejas (Duit & Treagust, 2003). Bajo este enfoque, la transcripción del lenguaje físico al matemático no debe entenderse como una simple sustitución de datos en fórmulas, sino como un proceso de modelización científica

que involucra interpretación conceptual, identificación de relaciones funcionales y representación matemática de fenómenos físicos.

Aunque existen múltiples investigaciones sobre el uso del ABP en la enseñanza de las ciencias, siguen siendo limitados los estudios que analizan específicamente su impacto en la transcripción del lenguaje físico al matemático como indicador de comprensión científica en educación secundaria. La principal contribución de este estudio consiste en proponer dicha transcripción como un indicador relevante del razonamiento científico escolar y de los procesos de modelización en física.

La presente investigación se desarrolla con estudiantes de segundo grado de secundaria y tiene como objetivo analizar la pertinencia del Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) como estrategia didáctica orientada a fortalecer la transcripción del lenguaje físico al matemático. El estudio busca contribuir a la comprensión de los procesos de modelización científica en educación secundaria, proponiendo dicha transcripción como un indicador relevante del razonamiento científico escolar. Debido a que la intervención aún se encuentra en fase de implementación, el artículo presenta resultados diagnósticos preliminares derivados del pretest inicial, orientados a identificar las principales dificultades de aprendizaje y fundamentar la pertinencia de la propuesta didáctica.

MARCO TEÓRICO

CONSTRUCTIVISMO Y MODELIZACIÓN CIENTÍFICA EN LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA

El aprendizaje de la física en educación secundaria implica procesos complejos de construcción de significado, ya que los estudiantes deben interpretar fenómenos, identificar relaciones entre variables y representarlos

mediante modelos matemáticos. Desde una perspectiva constructivista, el aprendizaje científico ocurre cuando los estudiantes reorganizan sus conocimientos previos y construyen nuevas explicaciones a partir de la interacción con situaciones problemáticas y experiencias contextualizadas (Raynaudo & Peralta, 2017). Por otra parte, las dificultades en física no derivan exclusivamente del dominio matemático, sino también de la persistencia de concepciones intuitivas que limitan la comprensión de los fenómenos científicos (Pozo & Gómez Crespo, 1998).

Diversos autores sostienen que aprender física implica un proceso de cambio conceptual, donde los estudiantes deben sustituir explicaciones de sentido común por modelos científicos más consistentes (Duit & Treagust, 2003). Por ello, la enseñanza de la física no puede reducirse a la aplicación mecánica de fórmulas, sino que debe favorecer la interpretación de fenómenos, la identificación de variables y la construcción de modelos explicativos. Desde la perspectiva de la modelización científica, Hestenes (1987) señala que la física debe enseñarse como un proceso de construcción de modelos y no únicamente como resolución de ejercicios algebraicos.

Este proceso integrador implica relacionar observación, razonamiento conceptual y formalización matemática. En dicha articulación, las matemáticas funcionan como una herramienta de representación conceptual y no solamente de cálculo. Sin embargo, numerosos estudiantes presentan dificultades para traducir fenómenos físicos a expresiones matemáticas, lo que evidencia una desconexión entre razonamiento físico y formalización algebraica (Greca & Moreira, 1998). En educación secundaria, esta problemática suele manifestarse cuando los estudiantes logran resolver operaciones numéricas, pero presentan dificultades para interpretar relaciones funcionales, justificar procedimientos o construir representaciones científicas coherentes.

Bajo esta mirada, la transcripción del lenguaje físico al matemático constituye una competencia central en la enseñanza de la física escolar, ya que implica comprender el fenómeno, identificar magnitudes relevantes y re-

presentar relaciones mediante expresiones algebraicas, gráficas y argumentativas. Desde esta perspectiva, la modelización científica representa un componente fundamental para el desarrollo del pensamiento científico y la alfabetización científica en educación básica.

APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS EN LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA

El Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) es una metodología activa centrada en el estudiante que organiza el proceso de enseñanza a partir de la resolución de problemas auténticos y contextualizados. Su fundamento se encuentra en el enfoque constructivista, al considerar que el conocimiento se construye mediante la interacción con situaciones problemáticas que requieren análisis, reflexión y toma de decisiones (Savery, 2006). A diferencia de la enseñanza tradicional centrada en la exposición docente y la repetición de procedimientos, el ABP favorece la participación del estudiante y la construcción significativa del conocimiento.

En la enseñanza de las ciencias, el ABP ha mostrado resultados favorables en el desarrollo de habilidades como análisis, argumentación, pensamiento crítico y resolución de problemas (Morales & Landa, 2004). En física, esta metodología resulta particularmente pertinente porque permite abordar fenómenos del entorno cotidiano desde una perspectiva científica, promoviendo que los estudiantes identifiquen variables, formulen hipótesis y construyan representaciones matemáticas para explicar el comportamiento de un sistema físico.

La articulación entre ABP y modelización científica resulta especialmente relevante en educación secundaria, ya que ambas perspectivas comparten una lógica orientada a la comprensión y explicación de fenómenos. Cuando los estudiantes enfrentan problemas contextualizados, deben interpretar información, establecer relaciones fun-

cionales y construir modelos que permitan representar matemáticamente la situación analizada. Este proceso favorece la transición desde el lenguaje cotidiano hacia el lenguaje científico y posteriormente hacia la formalización algebraica.

El rol del docente en el ABP consiste en orientar la construcción del conocimiento mediante preguntas estratégicas, retroalimentación y mediación pedagógica, mientras que el estudiante asume un papel activo en la investigación y la toma de decisiones. En este sentido, el ABP no solo favorece el aprendizaje conceptual, sino también el desarrollo de habilidades científicas relacionadas con argumentación, modelización científica y representación matemática.

La presente investigación retoma esta perspectiva para analizar la pertinencia del ABP como estrategia didáctica orientada a fortalecer la transcripción del lenguaje físico al matemático en estudiantes de secundaria. Esta propuesta resulta congruente con los principios de la Nueva Escuela Mexicana, al promover metodologías contextualizadas, resolución de problemas auténticos y desarrollo del pensamiento crítico (SEP, 2022).

METODOLOGÍA

DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación se desarrolló principalmente bajo un enfoque cuantitativo, mediante un diseño cuasiexperimental de tipo pretest-postest con grupos no equivalentes, debido a que se trabajó con grupos escolares previamente constituidos y sin asignación aleatoria. Este diseño resulta pertinente en contextos educativos reales, donde las condiciones institucionales limitan la reorganización de los grupos, pero

permiten analizar el efecto de intervenciones didácticas en escenarios auténticos de aula. De manera complementaria, se incorporó un análisis cualitativo de las respuestas abiertas con fines interpretativos, orientado a profundizar en las dificultades conceptuales y de modelización científica identificadas en los estudiantes. El estudio se orientó a analizar la influencia del Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) en la transcripción del lenguaje físico al matemático en estudiantes de educación secundaria.

La variable independiente correspondió a la implementación de una estrategia didáctica basada en ABP mediante secuencias contextualizadas de resolución de problemas físicos. La variable dependiente fue la transcripción del lenguaje físico al matemático, entendida como la capacidad de interpretar fenómenos físicos, identificar variables relevantes, establecer relaciones funcionales y representarlas mediante expresiones algebraicas, gráficas y argumentaciones fundamentadas. Para su análisis, esta variable se operacionalizó en tres dimensiones: comprensión conceptual, modelización física y formalización matemática.

HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN

Se plantea como hipótesis que la implementación de una estrategia didáctica basada en Aprendizaje Basado en Problemas favorecerá el desarrollo de la comprensión conceptual y la capacidad de transcripción del lenguaje físico al matemático en estudiantes de secundaria, en comparación con una enseñanza tradicional centrada en la exposición docente y la resolución mecánica de ejercicios.

PARTICIPANTES Y CONTEXTO

La población de estudio estuvo conformada por estudiantes de segundo grado de secundaria du-

rante el ciclo escolar 2025–2026. La muestra fue no probabilística e integrada por dos grupos naturales pertenecientes al mismo contexto escolar. El grupo experimental estuvo conformado por 17 estudiantes del grupo 2ºA, mientras que el grupo de control estuvo integrado por 16 estudiantes del grupo 2ºB. La selección respondió a criterios de accesibilidad, continuidad pedagógica y equivalencia académica general, condiciones habituales en investigaciones educativas aplicadas.

El grupo experimental participó en la implementación de la estrategia didáctica basada en ABP, mientras que el grupo de control continuó con una metodología tradicional centrada en la exposición docente y la resolución estructurada de ejercicios.

DISEÑO DE LA INTERVENCIÓN DIDÁCTICA

La intervención didáctica contempla 46 sesiones de aproximadamente 50 minutos cada una, en la asignatura de Ciencias con énfasis en Física. La propuesta didáctica se estructuró a partir de los principios del Aprendizaje Basado en Problemas, utilizando situaciones contextualizadas orientadas a relacionar fenómenos físicos cotidianos con su representación matemática.

Las secuencias didácticas incluyeron actividades de análisis de problemas, formulación de hipótesis, construcción conceptual, transcripción del lenguaje físico al matemático, resolución de situaciones físicas y reflexión argumentativa. Los contenidos abordados comprendieron movimiento rectilíneo uniforme, leyes de Newton, energía mecánica, elasticidad, dinámica y ondas mecánicas. Esta estructura permitió favorecer la transición progresiva desde la comprensión cualitativa de los fenómenos hasta su formalización mediante modelos matemáticos.

INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Para la recolección de datos se diseñó una prueba diagnóstica de desempeño compuesta por ocho reactivos abiertos relacionados con contenidos fundamentales de física. El instrumento tuvo como propósito evaluar conocimientos previos y la capacidad de transcripción del lenguaje físico al matemático.

La construcción de los reactivos se realizó considerando categorías relacionadas con apropiación de conceptos, identificación de variables, representación física y formalización matemática. Los reactivos se diseñaron a partir de situaciones contextualizadas orientadas a evaluar no solo la resolución de ejercicios, sino también la capacidad de interpretación, argumentación y representación matemática de fenómenos físicos. Por ejemplo, algunas preguntas solicitaban analizar situaciones de movimiento rectilíneo, identificar variables relevantes y representar relaciones entre velocidad, tiempo y distancia mediante expresiones matemáticas.

La validación de contenido del instrumento se realizó mediante revisión por juicio de expertos en enseñanza de las ciencias y didáctica de la física, quienes evaluaron la claridad, pertinencia y congruencia de los reactivos respecto a los objetivos del estudio.

La evaluación se apoyó en una rúbrica analítica orientada a valorar comprensión conceptual, identificación de variables, aplicación de principios físicos, modelización, formalización matemática e interpretación de resultados. La rúbrica permitió evaluar no solo la exactitud numérica de las respuestas, sino también la calidad del razonamiento científico desarrollado por los estudiantes.

Con fines de transparencia metodológica y evidencia complementaria, se incluye como Anexo 1 una versión digitalizada del instrumento diagnóstico aplicado durante la fase de pretest.

PROCEDIMIENTO

La investigación se desarrolló en tres fases. En la primera fase se aplicó un pretest diagnóstico a ambos grupos con el propósito de identificar el nivel inicial de desempeño y establecer una línea base comparable. En la segunda fase se implementó la intervención didáctica basada en ABP en el grupo experimental, mientras que el grupo de control continuó con la metodología tradicional. Finalmente, en la tercera fase se contempla la aplicación de un postest para analizar los cambios en el desempeño académico y comparar el efecto de la intervención sobre la variable dependiente.

El presente artículo reporta exclusivamente los resultados preliminares correspondientes a la fase diagnóstica inicial, debido a que la investigación se encuentra actualmente en proceso de implementación didáctica.

TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE DATOS

El análisis de los resultados preliminares se realizó mediante estadística descriptiva, considerando porcentajes de logro, promedio de aciertos y comparación intergrupala. Adicionalmente, se efectuó un análisis por categorías de aprendizaje relacionadas con comprensión conceptual, transcripción del lenguaje físico al matemático, aplicación de modelos físicos e interpretación de resultados.

Complementariamente, se desarrolló un análisis cualitativo de las respuestas abiertas para identificar patrones recurrentes de error, dificultades conceptuales y formas de razonamiento utilizadas por los estudiantes. El análisis cualitativo complementario permitió profundizar en la interpretación de las dificultades presentes en las respuestas de los estudiantes y ampliar la comprensión de los procesos de modelización identificados en el análisis cuantitativo.

RESULTADOS

El análisis del pretest diagnóstico permitió identificar el nivel inicial de comprensión conceptual y la capacidad de transcripción del lenguaje físico al matemático en estudiantes de segundo grado de secundaria. Los análisis cuantitativos evidenciaron bajos niveles de desempeño en ambos grupos, especialmente en tareas asociadas con la comprensión conceptual y modelización física. Aunque algunos estudiantes lograron resolver ejercicios de cálculo directo, persistieron dificultades importantes en la interpretación de fenómenos físicos, la justificación de relaciones entre variables y la construcción de representaciones matemáticas.

El grupo experimental obtuvo un porcentaje global de logro de 22.3 %, mientras que el grupo de control alcanzó 11.2 %. Asimismo, el grupo experimental presentó una media de aciertos superior ($M = 3.00$) respecto al grupo de control ($M = 1.56$), aunque ambos grupos mostraron desempeños insuficientes considerando que la puntuación máxima posible fue de 14 aciertos (Tabla 1). En conjunto, los resultados preliminares reflejan una comprensión limitada de los principios físicos fundamentales y evidencian la necesidad de fortalecer procesos de modelización científica en la enseñanza de la física.

Tabla 1. Estadística descriptiva del pretest por grupo

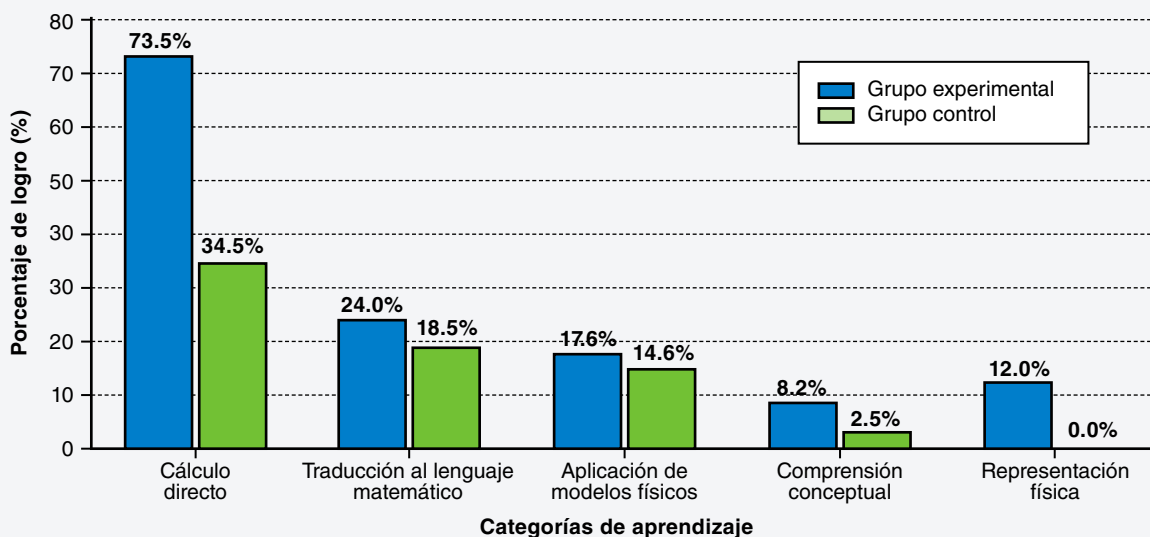
Grupo	n	Media	Mediana	DE	Mínimo	Máximo
Experimental	17	3	2	2.5	0	8
Control	16	1.56	0	2.48	0	8

Nota. La puntuación máxima posible fue de 14 aciertos, correspondientes a los incisos evaluados en la prueba diagnóstica.

El análisis por categorías (Figura 1) mostró que el mayor desempeño se concentró en tareas de cálculo directo, donde el grupo experimental alcanzó un 73.5 % de logro y el grupo de control un 34.5 %. En contraste,

las categorías asociadas con transcripción del lenguaje físico al matemático, aplicación de modelos físicos y comprensión conceptual presentaron porcentajes considerablemente menores.

Figura 1. Desempeño por categorías de aprendizaje en el pretest



La Figura 1 muestra una diferencia marcada entre el desempeño en tareas operativas y aquellas relacionadas con comprensión conceptual y modelización. Aunque ambos grupos lograron resolver ejercicios algorítmicos básicos, presentaron dificultades significativas para interpretar fenómenos físicos, construir representaciones y transcribir situaciones físicas al lenguaje matemático.

De manera complementaria, el análisis cualitativo de las respuestas abiertas permitió identificar errores recurrentes en la identificación de variables, aplicación mecánica de fórmulas, ausencia de argumentación conceptual y dificultades en la representación gráfica de fenómenos físicos. Estas evidencias sugieren una desconexión entre el razonamiento físico y la formalización matemática, lo que limita la construcción de modelos científicos escolares. Debido a que la investigación aún se encuentra en fase de implementación didáctica, los resultados presentados corresponden únicamente a la etapa diagnóstica inicial (pretest), por lo que el impacto definitivo de la intervención será analizado posteriormente mediante la aplicación del postest.

DISCUSIÓN

Los resultados del pretest diagnóstico evidencian que las principales dificultades de los estudiantes no se relacionan únicamente con la ejecución de procedimientos matemáticos, sino con la comprensión conceptual de los fenómenos físicos y la transcripción del lenguaje físico al matemático. Este hallazgo responde directamente al objetivo del estudio, orientado a analizar la influencia del Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) en los procesos de modelización y representación matemática en física escolar. Aunque ambos grupos mostraron bajos niveles de desempeño, los mayores porcentajes de logro se concentraron en tareas de cálculo directo, mientras que las categorías asociadas con comprensión conceptual, representación física y aplicación de modelos presentaron los niveles más bajos. Estos resultados sugieren que los

estudiantes logran ejecutar procedimientos algorítmicos cuando las fórmulas y datos son explícitos, pero presentan dificultades para interpretar fenómenos y construir modelos explicativos.

Estos hallazgos coinciden con lo reportado por Hestenes (1987), quien señala que gran parte de la enseñanza tradicional de la física privilegia la manipulación algebraica sobre la modelización científica. De manera similar, Greca y Moreira (1998) sostienen que muchas dificultades atribuidas al dominio matemático tienen en realidad un origen conceptual y epistemológico relacionado con la comprensión del fenómeno físico. Desde una perspectiva constructivista, Duit y Treagust (2003) explican que el aprendizaje de las ciencias requiere procesos de reorganización conceptual que no se consolidan cuando la enseñanza se centra únicamente en la memorización y repetición de fórmulas.

Los hallazgos también coinciden con investigaciones recientes sobre Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) y enseñanza de la física, donde se ha documentado que las metodologías contextualizadas favorecen la comprensión conceptual, la argumentación y la resolución de problemas auténticos (Núñez et al., 2022). Adicionalmente, estudios recientes destacan la importancia de integrar modelización, contextualización y resolución de problemas en la enseñanza de las ciencias, favoreciendo procesos de interpretación, argumentación y representación matemática en estudiantes de educación básica (Furci & Adúriz, 2024; Palmgren et al., 2025). Desde esta perspectiva, el ABP representa una estrategia pertinente para fortalecer la transición entre fenómeno físico, modelización y representación matemática, especialmente en contextos de educación secundaria. La secuencia implementada en la presente investigación —problema, análisis, modelización y formalización matemática— permitió operacionalizar estos procesos dentro de un entorno escolar auténtico, coherente con el diseño cuasiexperimental desarrollado.

Aunque el grupo experimental presentó un desempeño inicial ligeramente superior al grupo de control, ambos permanecieron en niveles bajos de logro, lo que eviden-

cia que las dificultades identificadas responden a una problemática estructural en la enseñanza de la física más que a diferencias individuales entre grupos. Por su parte, el análisis cualitativo permitió identificar errores recurrentes relacionados con la identificación de variables, interpretación de relaciones físicas y representación gráfica, confirmando la desconexión entre razonamiento físico y formalización matemática.

Finalmente, los hallazgos respaldan la pertinencia de implementar metodologías activas alineadas con los principios de la Nueva Escuela Mexicana, particularmente aquellas centradas en aprendizaje situado, resolución de problemas y desarrollo del pensamiento científico. Más allá del rendimiento cuantitativo, este estudio propone la transcripción del lenguaje físico al matemático como un indicador relevante de comprensión científica, aportando una perspectiva didáctica orientada a fortalecer la modelización y la alfabetización científica en educación secundaria.

LIMITACIONES DEL ESTUDIO

Una de las principales limitaciones del estudio corresponde a que los resultados presentados derivan únicamente de la fase diagnóstica inicial, por lo que el impacto definitivo de la intervención será analizado posteriormente mediante la aplicación del postest. Debido al carácter preliminar y exploratorio del estudio, así como al tamaño reducido de la muestra y la naturaleza abierta de los reactivos, no se realizaron análisis psicométricos avanzados relacionados con índices de dificultad y discriminación. No obstante, estos aspectos podrán fortalecerse en etapas posteriores de la investigación, particularmente al concluir la implementación didáctica y aplicar la evaluación postest. Adicionalmente, el tamaño de muestra responde a las condiciones naturales del contexto escolar, lo que limita la generalización de los hallazgos. Sin embargo, la evidencia obtenida permite identificar tendencias relevantes sobre las dificultades presentes en la transcripción del lenguaje físico al matemático en educación secundaria.

CONCLUSIONES

La presente investigación permitió identificar que las principales dificultades en el aprendizaje de la física en estudiantes de segundo grado de secundaria no se relacionan únicamente con la resolución de operaciones matemáticas, sino con la comprensión conceptual de los fenómenos y la capacidad de transcribirlos al lenguaje matemático. Los resultados preliminares del pretest evidenciaron que, aunque los estudiantes presentan cierto dominio en ejercicios de cálculo directo, persisten debilidades importantes en la interpretación física, la identificación de variables y la construcción de modelos explicativos y representaciones matemáticas contextualizadas.

Estos hallazgos evidencian la necesidad de replantear las estrategias tradicionales de enseñanza de la física, frecuentemente centradas en la memorización de fórmulas y la repetición mecánica de procedimientos. En contraste, el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) emerge como una estrategia didáctica pertinente al favorecer la contextualización, la modelización científica y la articulación entre fenómeno físico y representación matemática. Desde esta perspectiva, el estudio propone considerar la transcripción del lenguaje físico al matemático como un indicador relevante de comprensión científica, más allá de la resolución mecánica de ejercicios.

Debido a que la investigación aún está en fase de implementación didáctica, los resultados presentados son preliminares y provienen únicamente del pretest inicial. Por ello, su validación definitiva dependerá del análisis comparativo con el postest una vez concluida la intervención. Aun así, la evidencia disponible respalda la pertinencia pedagógica de promover metodologías centradas en la resolución de problemas y la modelización científica, en concordancia con los principios de la Nueva Escuela Mexicana.

BIBLIOGRAFÍA

- Barrows, H. S. (1986). A taxonomy of problem-based learning methods. *Medical Education*, 20(6), 481–486. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2923.1986.tb01386.x>
- Duit, R., & Treagust, D. F. (2003). Conceptual change: A powerful framework for improving science teaching and learning. *International Journal of Science Education*, 25(6), 671–688. <https://doi.org/10.1080/09500690305016>
- Furci, V., & Adúriz-Bravo, A. (2024). *Model-Based Science Education*. En M. A. Peters (Ed.), Springer International Handbooks of Education (pp. 1–15). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-37743-4_34-1
- Greca, I. M., & Moreira, M. A. (1998). Modelos mentales y aprendizaje de física en electricidad y magnetismo. *Enseñanza de las Ciencias*, 16(2), 289–304. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.4132>
- Hestenes, D. (1987). Toward a modeling theory of physics instruction. *American Journal of Physics*, 55(5), 440–454. <https://doi.org/10.1119/1.15129>
- Julca-Asto, M. J. M., Durán-Llano, K. L., Álvarez-Medina, G. M., & Donato-Palacios, M. (2023). El aprendizaje basado en problemas para la enseñanza de las ciencias. *Revista Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía*, 8(Supl. 2), 390–408. <https://doi.org/10.35381/r.k.v8i2.2882>
- Morales, P., & Landa, V. (2004). Aprendizaje basado en problemas. *Theoria*, 13(1), 145–157. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=29901314>
- Núñez, A., Pérez, L., & Gómez, R. (2022). Mathematical modeling and conceptual understanding in secondary physics education. *International Journal of Science Education*, 44(8), 1254–1271. <https://doi.org/10.1080/09500693.2022.2045178>
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2023). *PISA 2022 results (Vols. I & II): The state of learning and equity in education – Country note: Mexico*. OECD Publishing. https://www.oecd.org/en/publications/pisa-2022-results-volume-i-and-ii-country-notes_ed6fbcc5-en/mexico_519eaf88-en.html
- Palmgren, E., Kokkonen, T., & Bruun, J. (2025). Roles of mathematics in physics education: A systematic review. *Physical Review Physics Education Research*, 21(2), 020602. <https://doi.org/10.1103/www-gwp8>
- Pozo Municio, J. I., & Gómez Crespo, M. A. (1998). *Aprender y enseñar ciencia: Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico*. Ediciones Morata.
- Raynaudo, G., & Peralta, O. (2017). Cambio conceptual: Una mirada desde las teorías de Piaget y Vygotsky. *Revista de Investigación en Psicología*, 20(1), 173–189. <https://doi.org/10.15381/rinvp.v20i1.13528>
- Romero-Castañeda, K. C., & Córdova-Martínez, J. A. (2025). Modelación Computacional y Experimentos Virtuales para Fortalecer el Pensamiento Científico en la Enseñanza de la Física. *Revista Científica Multidisciplinaria Tsafiki*, 2(2), 585–607. <https://doi.org/10.70577/y0zyby20>
- Savery, J. R. (2006). Overview of problem-based learning: Definitions and distinctions. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 1(1), 9–20. <https://doi.org/10.7771/1541-5015.1002>
- Secretaría de Educación Pública. (2022). *Plan de estudio para la educación preescolar, primaria y secundaria 2022*. <https://educacionbasica.sep.gob.mx/wp-content/uploads/2024/06/plan-de-estudio-isbn-electronico.pdf>

ANEXOS

ANEXO 1. INSTRUMENTO DIAGNÓSTICO APLICADO EN EL PRETEST

Prueba de desempeño de Física – Segundo de Secundaria Ing. Paola G. Olmos Rendón

Nombre del alumno/a: _____

INSTRUCCIONES: Responda considerando tanto la interpretación física como la aplicación matemática.

Movimiento

- Una bicicleta se mueve con una velocidad constante de 10 m/s durante 5 segundos.
 - ¿Cuál es la distancia recorrida?
 - Escriba la fórmula matemática que usó y explique que representa cada variable.
- Un objeto parte del reposo y acelera uniformemente a 2 m/s^2 durante 4 segundos.
 - Calcule su velocidad final.
 - ¿Qué distancia recorrió en ese tiempo?

Fuerzas y Leyes de Newton

- En un diagrama de cuerpo libre, un bloque de 3 kg está sobre una superficie horizontal sin fricción y es jalado por una fuerza de 15 N.
 - Dibuje el diagrama de cuerpo libre indicando todas las fuerzas.
 - Calcule la aceleración del bloque.
 - Explique cómo aplicó la segunda ley de Newton en el cálculo.
- Explique qué significa la ley de conservación de la cantidad de movimiento (momentum) y mencione un ejemplo cotidiano.

Energía Mecánica y Transformaciones

- Una pelota de 0.5 kg se deja caer desde una altura de 4 metros
 - Calcule la energía potencial al inicio de la caída. (Use $g = 9.8 \text{ m/s}^2$)
 - ¿Qué tipo de energía tendrá justo antes de tocar el suelo? Explique.

Elasticidad y Ley de Hooke

- Un resorte tiene una constante elástica $k = 100 \text{ N/m}$. Se comprime a 0.2 m.
 - Calcule la fuerza ejercida por el resorte.

Ondas mecánicas

- Defina qué es el movimiento armónico simple e indique un ejemplo de onda mecánica que suceda en la vida diaria.

Dinámica y Estática

- Un objeto está en equilibrio sobre una mesa.
 - ¿Qué fuerzas están actuando sobre el objeto?
 - Explique por qué el objeto no se mueve usando conceptos de dinámica y estática.