Revista Multidisciplinaria Perspectivas Investigativas
Multidisciplinary Journal Investigative Perspectives
Vol. 6(4), 27-34, 2026
https://doi.org/10.62574/rmpi.v6i4.525

Aprendizaje basado en problemas con ChatGPT y comprensión de la cinemática en décimo grado

Problem-based learning with ChatGPT and understanding of kinematics in tenth grade

Jhonn Edisson Cruz-Guerra
Jhonn-e.cruz-g@up.ac.pa
Universidad de Panamá, Panamá, Provincia de Panamá, Panamá
https://orcid.org/0009-0004-1838-1785

RESUMEN

El estudio se propone valorar la incidencia de ChatGPT, integrado al aprendizaje basado en problemas (ABP), en la comprensión de la cinemática en estudiantes de grado décimo de una institución técnico industrial de Chiquinquirá, Colombia. Se empleó un enfoque mixto con diseño cuasiexperimental, que comparó un grupo experimental y un grupo control mediante pretest, postest, diarios de observación, matrices de validación y entrevistas. Los resultados muestran que el puntaje conceptual (máximo 18) pasó de 5,35 a 11,71 en el grupo experimental y de 3,27 a 6,39 en el control; la interpretación de la pendiente posición-tiempo avanzó de 2,9 % a 50,0 % en el primero, y persistieron dificultades con el área bajo la curva velocidad-tiempo. Se concluye que la estrategia se asoció con un mayor cambio descriptivo del desempeño conceptual, sin permitir una atribución causal, y que requirió mediación docente y validación crítica de las respuestas.

Descriptores: inteligencia artificial; métodos de enseñanza; física. (Fuente: Tesauro UNESCO).

ABSTRACT

The study aims to assess the incidence of ChatGPT, integrated into problem-based learning (PBL), on the understanding of kinematics among tenth-grade students of a technical-industrial school in Chiquinquirá, Colombia. A mixed approach with a quasi-experimental design was used, comparing an experimental group and a control group through pretest, posttest, observation diaries, validation matrices and interviews. The results show that the conceptual score (maximum 18) rose from 5.35 to 11.71 in the experimental group and from 3.27 to 6.39 in the control group; interpretation of the position-time slope advanced from 2.9% to 50.0% in the former, and difficulties persisted with the area under the velocity-time curve. It is concluded that the strategy was associated with a greater descriptive change in conceptual performance, without allowing causal attribution, and that it required teacher mediation and critical validation of the responses.

Descriptors: artificial intelligence; teaching methods; physics. (Source: UNESCO Thesaurus).

Recibido: 05/10/2026. Revisado: 12/10/2026. Aprobado: 18/10/2026. Publicado: 05/11/2026.

Sección artículos de investigación

INTRODUCCIÓN

La comprensión de la cinemática representa uno de los obstáculos más persistentes en la enseñanza de la física en la educación media, dado que exige coordinar representaciones verbales, gráficas y algebraicas de magnitudes como la posición, la velocidad y la aceleración, a la vez que se superan concepciones intuitivas arraigadas en la experiencia cotidiana. En este orden de ideas, Klein, et al., (2021) validaron los objetivos de los ítems del test de comprensión de gráficas en cinemática mediante el seguimiento de los movimientos oculares, lo que sitúa la lectura de gráficas como una habilidad específica y evaluable dentro del aprendizaje del movimiento. Desde esta perspectiva, las metodologías expositivas que privilegian la repetición de fórmulas resultan limitadas para transformar la manera en que los estudiantes explican los fenómenos, de modo que se hace necesario explorar estrategias que los sitúen como constructores activos de su comprensión.

Dentro de las metodologías activas, el aprendizaje basado en problemas (ABP) cuenta con respaldo empírico en la enseñanza de la física. Becerra-Labra, et al., (2012) documentaron que una estructura de contenidos basada en problemas mejora tanto el aprendizaje conceptual como la habilidad para resolver problemas, mientras que Argaw, et al., (2017) reportaron efectos favorables de la instrucción mediante ABP sobre la motivación y las habilidades de resolución de problemas de física. Asimismo, la revisión sistemática de Nicholus, et al., (2023) caracteriza el papel de este enfoque en la enseñanza y el aprendizaje de la disciplina, aunque la evidencia no es uniforme: Marcinauskas, et al., (2024), al comparar el ABP con la enseñanza tradicional en estudiantes de ingeniería, observaron que el primero favoreció el trabajo en equipo, la presentación de resultados y el pensamiento crítico, en tanto que la enseñanza tradicional se asoció con mejores calificaciones en exámenes de preguntas cerradas. En el ámbito regional, Díaz-Santamaría, et al., (2017) analizaron el aprendizaje basado en proyectos en la enseñanza de la cinemática en Ecuador, lo que evidencia el interés por abordar este contenido desde enfoques activos.

Paralelamente, la irrupción de modelos de lenguaje como ChatGPT abrió nuevas posibilidades y nuevos riesgos para la educación en física. Liang, et al., (2023) exploraron el potencial de esta herramienta en la enseñanza de la disciplina, y Bitzenbauer (2023), en un estudio piloto con 53 estudiantes de secundaria, puso a prueba dos actividades de fácil implementación orientadas al pensamiento crítico, tras las cuales mejoró la percepción estudiantil sobre la herramienta. Por otra parte, Polverini & Gregorcic (2024) evaluaron a ChatGPT-4 con el test de comprensión de gráficas en cinemática y observaron que su desempeño promedio fue similar al de estudiantes de bachillerato, con fortalezas en el razonamiento y en la propuesta de estrategias de solución, pero con dificultades para leer gráficas con exactitud; por ello, recomiendan emplearla con cautela y criterio crítico.

No obstante, la evidencia que articula el ABP con ChatGPT mediante protocolos explícitos de validación, en instituciones de educación media técnica con población de estratos socioeconómicos bajos, resulta escasa en las fuentes revisadas, y los estudios disponibles tienden a describir potencialidades antes que a contrastar grupos. En esta línea, Muñoz-Alvarez, et al., (2025) documentaron el ABP como estrategia para la enseñanza de la física en la educación superior técnico-profesional chilena, lo que respalda su pertinencia en contextos de formación técnica, si bien la articulación con herramientas de inteligencia artificial generativa requiere evidencia propia.

Con base en lo expuesto, y como continuidad de una revisión documental previa del autor sobre la convergencia entre inteligencia artificial y ABP en la comprensión cinemática, el presente artículo, derivado de una tesis doctoral concluida, se propone valorar la incidencia de la inteligencia artificial ChatGPT, aplicada desde el aprendizaje basado en problemas, en la comprensión de la cinemática en estudiantes de grado décimo de la Institución Educativa Técnico Industrial “Julio Flórez”, de Chiquinquirá, Boyacá, Colombia.

MÉTODO

La investigación se inscribió en el paradigma fenomenológico-hermenéutico y adoptó un enfoque mixto con diseño descriptivo cuasiexperimental, caracterizado por el control parcial de las

variables y la ausencia de asignación aleatoria de los grupos, que se conformaron a partir de cohortes preexistentes (Creswell & Creswell, 2018). En consecuencia, se comparó un grupo experimental, que trabajó con la integración de inteligencia artificial y ABP, y un grupo control, que recibió enseñanza convencional; los datos cuantitativos y cualitativos se recolectaron y analizaron de manera concurrente para cruzar los resultados mediante triangulación.

El estudio se desarrolló en la Institución Educativa Técnico Industrial “Julio Flórez”, de Chiquinquirá, Boyacá, cuya población estudiantil proviene en su mayoría de los estratos socioeconómicos 0, 1 y 2. Los participantes se seleccionaron de forma intencional entre los cuatro grupos de grado décimo: décimo uno, con 34 estudiantes, funcionó como grupo control, y décimo dos, con 35 estudiantes, como grupo experimental. En cuanto a los aspectos éticos, se contó con la aprobación institucional y con el consentimiento informado de los acudientes, se garantizó la participación voluntaria y los registros de interacción con la inteligencia artificial se conservaron de forma anonimizada. En función de la disponibilidad de los cuestionarios, el análisis incluyó 33 pretest del grupo control y 34 del experimental, así como 33 postest del control y 28 del experimental.

Ambos grupos abordaron los mismos contenidos de cinemática durante aproximadamente ocho semanas, con tres horas semanales. El grupo control trabajó mediante clases magistrales, guías impresas, ejercicios del texto y socialización dirigida por el docente, sin uso de ChatGPT ni aplicación formal del ABP. El grupo experimental desarrolló las ocho fases propuestas por Morales & Landa (2004), esto es, identificación del problema, análisis, hipótesis, búsqueda de información, síntesis, aplicación, evaluación y reflexión, siguiendo la concepción de Barrows (1986), que toma el problema como punto de partida para adquirir e integrar nuevos conocimientos, y empleó ChatGPT como andamiaje mediante prompts de rol que solicitaban pistas y no la respuesta final. Toda respuesta generada debía superar un protocolo de validación de seis pasos: registro del prompt y de la respuesta, identificación de variables, cálculo manual, análisis dimensional, contraste conceptual con los apuntes y la explicación docente, y decisión crítica de aceptar, corregir o refutar. Antes del movimiento parabólico se desarrolló un andamiaje breve de trigonometría y descomposición vectorial, y se registraron cuatro sesiones del grupo experimental: caída libre (04/08/2026), tiro semiparabólico (11/08/2026), tiro parabólico (01/09/2026) y resolución integrada de problemas (08/09/2026).

Los instrumentos fueron un pretest de 13 preguntas, organizado en conocimientos previos (P1 a P5), comprensión de conceptos (P6 a P9) y procesos de aprendizaje (P10 a P13), y un postest de 20 preguntas que conservó esas categorías e incorporó el proceso de aprehensión (P14 a P20), entendido como la apropiación significativa del conocimiento, es decir, la capacidad de hacer propio un concepto, explicarlo con palabras propias, relacionarlo con la vida cotidiana y usarlo en problemas nuevos. Las preguntas 1 a 9 y 14 a 20 se calificaron con una rúbrica de tres niveles (0, 1 y 2 puntos), con un máximo de 18 puntos en el bloque común y de 14 en el bloque de aprehensión; las preguntas 10 a 13 se analizaron de forma cualitativa. A estos instrumentos se sumaron diez transcripciones de entrevistas semiestructuradas, los diarios de observación pedagógica de las cuatro sesiones y las matrices grupales de análisis y validación de respuestas de la inteligencia artificial, de las cuales nueve de los diez grupos aportaron información utilizable.

Las puntuaciones se describieron mediante media, desviación estándar y mediana, y se compararon entre grupos con la prueba U de Mann-Whitney, acompañada de la correlación biserial por rangos como medida del tamaño del efecto, dado el carácter ordinal de la rúbrica. No se aplicó una prueba pareada ni se calculó la ganancia individual, puesto que no se dispuso de una correspondencia verificada entre los cuestionarios de ambos momentos; por tanto, el cambio entre el pretest y el postest se expresó como diferencia entre medias grupales. El análisis cualitativo organizó las entrevistas, los diarios y las matrices en categorías previstas y emergentes, y la triangulación contrastó las fuentes sin sustituir las limitaciones propias del diseño.

RESULTADOS

Se presentan a continuación los resultados organizados en cuatro apartados: el desempeño conceptual antes y después de la intervención, el proceso de aprehensión, la implementación y el uso de ChatGPT, y las percepciones estudiantiles junto con la triangulación de las fuentes.

Desempeño conceptual en el pretest y el postest

En el pretest, ambos grupos iniciaron con un dominio conceptual reducido: el grupo control obtuvo una media de 3,27 puntos sobre 18 y el experimental de 5,35, diferencia estadísticamente detectable antes de la intervención (U = 326,5; p = ,003; r = ,42). Tras las ocho semanas, la media del grupo control fue de 6,39 y la del experimental de 11,71 (U = 105; p < ,001; r = ,77), como se resume en la Tabla 1.

Tabla 1. *Puntaje conceptual (preguntas 1 a 9, máximo 18) en el pretest y el postest por grupo*.

Grupo	n pretest	M (DE) pretest	n postest	M (DE) postest	Cambio medio
Control	33	3,27 (2,11)	33	6,39 (3,29)	+3,12
Experimental	34	5,35 (2,92)	28	11,71 (3,11)	+6,36

Nota: elaboración propia. M = media; DE = desviación estándar. El cambio medio es la diferencia entre medias grupales y no una ganancia individual pareada.

Respecto del puntaje máximo, el promedio del grupo control pasó de 18,2 % a 35,5 % y el del experimental de 29,7 % a 65,1 %, de modo que la diferencia entre ambos cambios medios fue de 3,24 puntos a favor de la condición con inteligencia artificial y ABP. Por categorías, en conocimientos previos (máximo 10) el grupo control avanzó de 2,82 a 4,21 puntos y el experimental de 3,91 a 6,96; en comprensión de conceptos (máximo 8), el control pasó de 0,45 a 2,18 y el experimental de 1,44 a 4,75.

Por su parte, el cambio no fue homogéneo entre los contenidos (Tabla 2). En el grupo experimental, las respuestas adecuadas, correspondientes al nivel 2 de la rúbrica, pasaron de 8,8 % a 85,7 % en la definición de cinemática, de 2,9 % a 50,0 % en la interpretación de la pendiente posición-tiempo, de 26,5 % a 67,9 % en el movimiento rectilíneo uniforme, de 5,9 % a 46,4 % en rapidez y velocidad, y de 5,9 % a 39,3 % en la posibilidad de movimiento con aceleración nula. El grupo control también avanzó, sobre todo en tipos de movimiento (de 39,4 % a 75,8 %) y en movimiento acelerado (de 3,0 % a 24,2 %), pero en la pendiente posición-tiempo solo alcanzó 6,1 %. Los tipos de movimiento mostraron porcentajes equivalentes en el postest (75,8 % y 75,0 %).

Tabla 2. *Porcentaje de respuestas conceptualmente adecuadas en el pretest y el postest por concepto*.

Concepto	Control pretest	Control postest	Experimental pretest	Experimental postest
Cinemática	0,0 %	36,4 %	8,8 %	85,7 %
Movimiento	0,0 %	0,0 %	2,9 %	7,1 %
Rapidez y velocidad	0,0 %	6,1 %	5,9 %	46,4 %
Tipos de movimiento	39,4 %	75,8 %	52,9 %	75,0 %
Movimiento rectilíneo uniforme	9,1 %	18,2 %	26,5 %	67,9 %
Pendiente posición-tiempo	0,0 %	6,1 %	2,9 %	50,0 %
Movimiento acelerado	3,0 %	24,2 %	41,2 %	64,3 %
Aceleración nula con movimiento	0,0 %	9,1 %	5,9 %	39,3 %
Masa y caída libre	3,0 %	21,2 %	2,9 %	25,0 %

Nota: elaboración propia. Se consideró adecuada la respuesta clasificada con 2 puntos en la rúbrica. Las variaciones son grupales y descriptivas.

En contraste, dos contenidos mantuvieron porcentajes bajos en ambos grupos: el concepto general de movimiento, que exigía integrar el cambio de posición, el sistema de referencia y el tiempo (0,0 % y 7,1 % en el postest), y la relación entre masa y caída libre (21,2 % en el control y 25,0 % en el experimental), con respuestas que asociaron una mayor masa con una caída más rápida.

Proceso de aprehensión

En las preguntas 14 a 20, aplicadas únicamente en el postest, el grupo control obtuvo una media de 3,33 puntos sobre 14 (DE = 2,42) y el experimental de 7,11 (DE = 3,17), diferencia estadísticamente detectable (U = 164,0; p < ,001; r = ,65), en un bloque sin medición equivalente en el pretest. Como muestra la Tabla 3, el grupo experimental superó al control en seis de los siete contenidos, con la mayor diferencia en la representación gráfica del movimiento (60,7 % frente a 0,0 %); en cambio, la interpretación del área bajo la curva velocidad-tiempo solo fue lograda por un estudiante de cada grupo (3,0 % y 3,6 %).

Tabla 3. *Porcentaje de respuestas adecuadas en los ítems de aprehensión del postest (P14 a P20)*.

Contenido evaluado	Control	Experimental
Velocidad media e instantánea (P14)	9,1 %	35,7 %
Movimiento parabólico (P15)	30,3 %	57,1 %
Transición de movimiento acelerado a MRU (P16)	6,1 %	28,6 %
Signo de la aceleración de la gravedad (P17)	36,4 %	64,3 %
Área bajo la curva velocidad-tiempo (P18)	3,0 %	3,6 %
Distancia y desplazamiento (P19)	6,1 %	32,1 %
Representación gráfica del movimiento (P20)	0,0 %	60,7 %

Nota: elaboración propia. Los porcentajes corresponden a respuestas clasificadas con 2 puntos. MRU = movimiento rectilíneo uniforme.

Implementación y uso de ChatGPT

Los diarios de las cuatro sesiones muestran una transición desde un uso de ChatGPT centrado en la verificación inmediata hacia consultas más específicas, articuladas con el trabajo colaborativo y la guía del docente. En la primera sesión predominaron las dificultades para interpretar los enunciados, identificar variables y manejar unidades; en la segunda, los grupos distribuyeron funciones y comenzaron a detectar inconsistencias en las respuestas de la herramienta; en la tercera, combinaron la discusión entre compañeros, la orientación docente y la consulta a la inteligencia artificial; y en la cuarta, varios estudiantes la emplearon para comprender o revisar procedimientos y no solo para obtener el resultado final. La asistencia osciló entre 30 y 32 estudiantes.

De los diez grupos previstos, nueve diligenciaron la matriz de validación, en la cual se identificaron tres usos habituales: comprobar procedimientos resueltos previamente a mano, solicitar orientación ante dudas concretas y revisar críticamente las respuestas generadas. Seis de los nueve registros consignaron al menos una limitación, inconsistencia u omisión atribuida a la herramienta, como pasos omitidos, procedimientos incompletos o fórmulas sin explicación; los grupos 1 y 3 rechazaron respuestas por considerarlas incompletas o potencialmente confusas, y el grupo 8 registró correcciones de unidades y del signo de la gravedad sugeridas por la herramienta.

Por otra parte, persistieron las dificultades de despeje, conversión de unidades, signos y sistemas de referencia hasta las sesiones avanzadas, así como la tendencia inicial a esperar soluciones directas. También se documentó que ChatGPT calificó como incorrecto un procedimiento que luego reconoció como correcto al ser cuestionado por los estudiantes. Los registros de algunos grupos resultaron incompletos y el grupo 10 no aportó información suficiente para el análisis de validación.

Percepciones estudiantiles y triangulación

Las diez transcripciones de entrevistas describen la inteligencia artificial como apoyo explicativo y procedimental: “Me ayudó a entender las variables, cómo utilizarlas, el movimiento y, sobre todo, a comprender las ecuaciones” (Entrevistado 1). El ABP se asoció con orden y secuencia de pasos (“Me basé en el ABP, poniendo un orden para poder resolver el ejercicio”, Entrevistado 10), y la verificación con el cálculo propio y el docente (“Primero hacíamos el ejercicio y ya después le preguntábamos al profesor si estaba bien”, Entrevistado 1). Los participantes valoraron la disponibilidad de la herramienta fuera de clase y la posibilidad de formular dudas que les daba pena plantear al profesor, y propusieron criterios de uso responsable: “No toca seguir lo que está en la IA, sino toca interpretar lo que está haciendo ChatGPT” (Entrevistado 6). Dado que las transcripciones identifican a los entrevistados como estudiantes de décimo uno, mientras el diseño distingue las dos condiciones, no se establecieron comparaciones cualitativas entre grupos.

La Tabla 4 reúne, por eje de análisis, las evidencias cuantitativas, de proceso y de percepción obtenidas en el estudio.

Tabla 4. *Evidencias cuantitativas, de proceso y de percepción por eje de análisis*.

Eje de análisis	Evidencia cuantitativa	Evidencia de proceso y percepción
Comprensión conceptual	Bloque P1-P9: grupo experimental de 5,35 a 11,71; grupo control de 3,27 a 6,39.	Consultas más específicas y revisión de procedimientos en los diarios; apoyo explicativo descrito en las entrevistas.
Interpretación gráfica	Pendiente posición-tiempo de 2,9 % a 50,0 % y 60,7 % en representación gráfica (P20) en el grupo experimental.	Explicaciones e imágenes valoradas por los estudiantes; área bajo la curva velocidad-tiempo con 3,6 %.
Verificación crítica	Sin medida cuantitativa directa.	Matrices con revisión de variables, unidades y decisión de aceptar, corregir o rechazar; contraste con el docente y los compañeros en las entrevistas.
Autonomía y mediación	Sin medida cuantitativa directa.	Mayor organización grupal y decisiones propias sobre qué preguntar y qué aceptar; el docente como referente de validación.

Nota: elaboración propia a partir de pretest, postest, diarios de observación, matrices de validación y entrevistas.

DISCUSIÓN

Los resultados indican que la integración de ChatGPT en una secuencia de ABP se asoció con un cambio descriptivo mayor en el desempeño conceptual de los estudiantes de décimo grado, pues el grupo experimental incrementó su media en 6,36 puntos frente a 3,12 del grupo control, y alcanzó mayores proporciones de respuestas adecuadas en la mayoría de los conceptos y en seis de los siete contenidos de aprehensión. Coherentemente con esta interpretación, Becerra-Labra, et al., (2012) y Argaw, et al., (2017) documentaron efectos del ABP sobre el aprendizaje conceptual y la resolución de problemas de física, la síntesis de Nicholus, et al., (2023) respalda su papel en la disciplina, y Kanyesigye, et al., (2022) mostraron que la instrucción basada en problemas permitió remediar dificultades conceptuales arraigadas en el estudio de las ondas mecánicas. Sin embargo, el diseño no permite aislar la contribución de la inteligencia artificial de la que corresponde al ABP, al trabajo colaborativo y a la mediación docente, razón por la cual la diferencia debe leerse como una asociación y no como un efecto causal. La triangulación mostró convergencia entre el mayor cambio descriptivo del grupo experimental, la progresión observada en el aula y la utilidad percibida de la herramienta, aunque la autonomía registrada fue guiada por el dispositivo pedagógico y las dificultades persistentes impiden hablar de un dominio homogéneo de la cinemática.

Uno de los cambios más visibles se produjo en la interpretación gráfica, pues la identificación de la pendiente posición-tiempo como velocidad pasó de 2,9 % a 50,0 % en el grupo experimental, y el 60,7 % representó correctamente la transición de aceleración constante a velocidad constante. Dado que Klein, et al., (2021) sitúan la lectura de gráficas como una habilidad específica de la cinemática, este avance resulta relevante; paralelamente, Polverini & Gregorcic (2024) advierten que ChatGPT-4 razona bien y propone estrategias de solución, pero lee las gráficas con dificultad, de modo que la mejora observada difícilmente puede atribuirse a la lectura gráfica de la herramienta y probablemente se vincula con las explicaciones, el trabajo con los compañeros y la orientación docente, aspecto que requiere contraste en estudios posteriores. A su vez, la persistencia de dificultades con el área bajo la curva velocidad-tiempo indica que la integración entre representaciones gráficas y magnitudes abstractas demanda una intervención específica.

En cuanto a la validación de las respuestas, el protocolo operó como componente central de la estrategia: las matrices y las entrevistas muestran que las respuestas de ChatGPT no se aceptaron de manera automática, sino que se contrastaron con los cálculos manuales, las unidades, los signos y el criterio del docente. Esta práctica concuerda con la cautela que recomiendan Polverini & Gregorcic (2024) y con la orientación hacia el pensamiento crítico frente a la herramienta que Bitzenbauer (2023) propuso en sus actividades. No obstante, las matrices se diseñaron precisamente para inducir la revisión, por lo que no demuestran que los estudiantes la realizaran de forma espontánea fuera de la actividad, y los registros evidencian que el nivel de detalle de la verificación fue desigual entre los grupos.

Conviene matizar los resultados con la evidencia de Marcinauskas, et al., (2024), quienes encontraron que el ABP favoreció el trabajo en equipo y el pensamiento crítico, mientras que la enseñanza tradicional se asoció con mejores calificaciones en exámenes de preguntas cerradas.

En el presente estudio, la rúbrica privilegió respuestas abiertas que exigían explicar relaciones físicas, de modo que los resultados podrían variar con instrumentos de otra naturaleza; en esta línea, los tipos de movimiento, ítem que evalúa sobre todo el reconocimiento de denominaciones, no mostraron diferencias entre los grupos en el postest.

Por otra parte, la mediación docente y el trabajo colaborativo se mantuvieron como referentes constantes, tanto en los diarios como en las entrevistas, lo que sugiere que la herramienta funcionó dentro de una red de apoyo humano y no como sustituto del profesor. De manera semejante, Díaz-Santamaría, et al., (2017) analizaron la enseñanza de este contenido mediante proyectos en Ecuador y Muñoz-Alvarez, et al., (2025) documentaron la pertinencia del ABP en la formación técnico-profesional, de modo que la experiencia descrita se suma a esta línea con la particularidad de incorporar una herramienta de inteligencia artificial generativa y un protocolo de validación. En una institución con estudiantes de estratos 0, 1 y 2, la disponibilidad de la herramienta fuera del horario de clase amplió las oportunidades de consulta, aunque la disponibilidad no equivale a autonomía cognitiva.

Entre las limitaciones se encuentran la conformación no aleatoria de los grupos, la ventaja inicial del grupo experimental, la ausencia de emparejamiento individual entre el pretest y el postest, la pérdida de seis cuestionarios del grupo experimental en el postest (17,6 %), la atribución grupal de las entrevistas, que impide comparar cualitativamente las condiciones, y el carácter desigual de los registros de validación. Mirando hacia el futuro, resultan necesarios estudios con asignación aleatoria o emparejamiento individual, mediciones de retención y diseños que separen el efecto del ABP del que aporta la inteligencia artificial.

CONCLUSIÓN

La integración de ChatGPT en una secuencia de ABP, acompañada de mediación docente y de un protocolo explícito de validación, se asoció con un mayor incremento descriptivo del desempeño conceptual en cinemática de los estudiantes de décimo grado: el grupo experimental pasó de 5,35 a 11,71 puntos sobre 18 y el control de 3,27 a 6,39, con avances visibles en la interpretación de la pendiente posición-tiempo, la representación gráfica del movimiento, el movimiento rectilíneo uniforme y la distinción entre rapidez y velocidad. Los resultados no fueron uniformes ni permiten una atribución causal, dado que los grupos no eran equivalentes al inicio y persistieron dificultades con el concepto de movimiento, la relación entre masa y caída libre y el área bajo la curva velocidad-tiempo. Por consiguiente, el aporte del estudio radica en evidenciar que el valor de la inteligencia artificial en la enseñanza de la cinemática depende de su integración pedagógica: sometida a verificación, discusión y justificación, amplía las oportunidades de explicar, organizar y corregir la resolución de problemas, sin sustituir el razonamiento del estudiante.

FINANCIAMIENTO

No monetario.

CONFLICTO DE INTERÉS

No existe conflicto de interés con personas o instituciones ligadas a la investigación.

AGRADECIMIENTOS

A los estudiantes de grado décimo de la Institución Educativa Técnico Industrial “Julio Flórez”, de Chiquinquirá, por su participación, y al Dr. César Ignacio Báez Quintero, director de la tesis doctoral de la cual deriva este artículo.

REFERENCIAS

Argaw, A. S., Haile, B. B., Ayalew, B. T., & Kuma, S. G. (2017). The effect of problem based learning (PBL) instruction on students' motivation and problem solving skills of physics. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education, 13*(3), 857–871. https://doi.org/10.12973/eurasia.2017.00647a

Barrows, H. S. (1986). A taxonomy of problem-based learning methods. *Medical Education, 20*(6), 481–486.

Becerra-Labra, C., Gras-Martí, A., & Martínez-Torregrosa, J. (2012). Effects of a problem-based structure of physics contents on conceptual learning and the ability to solve problems. *International Journal of Science Education, 34*(8), 1235–1253. https://doi.org/10.1080/09500693.2011.619210

Bitzenbauer, P. (2023). ChatGPT in physics education: A pilot study on easy-to-implement activities. *Contemporary Educational Technology, 15*(3), ep430. https://doi.org/10.30935/cedtech/13176

Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2018). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (5th ed.). SAGE Publications.

Díaz-Santamaría, J. O., Abril-Neira, A. M., Díaz-Santamaría, L. S., & Bravo-Faytong, F. A. (2017). La utilización del aprendizaje basado en proyectos en la enseñanza de la cinemática [The use of project-based learning in the teaching of kinematics]. *Revista Atlante: Cuadernos de Educación y Desarrollo, 2*(7), 1–15.

Kanyesigye, S. T., Uwamahoro, J., & Kemeza, I. (2022). Difficulties in understanding mechanical waves: Remediated by problem-based instruction. *Physical Review Physics Education Research, 18*(1), 010140. https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.18.010140

Klein, P., Becker, S., Küchemann, S., & Kuhn, J. (2021). Test of understanding graphs in kinematics: Item objectives confirmed by clustering eye movement transitions. *Physical Review Physics Education Research, 17*(1), 013102. https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.17.013102

Liang, Y., Zou, D., Xie, H., & Wang, F. L. (2023). Exploring the potential of using ChatGPT in physics education. *Smart Learning Environments, 10*, Article 52. https://doi.org/10.1186/s40561-023-00273-7

Marcinauskas, L., Iljinas, A., Čyvienė, J., & Stankus, V. (2024). Problem-based learning versus traditional learning in physics education for engineering program students. *Education Sciences, 14*(2), 154. https://doi.org/10.3390/educsci14020154

Morales, P., & Landa, V. (2004). Aprendizaje basado en problemas [Problem-based learning]. *Theoria, 13*, 145–157.

Muñoz-Alvarez, G., Greca, I. M., & Arriassecq, I. (2025). Problem-based learning as a strategy for teaching physics in technical–professional higher education: A case study in Chile. *Education Sciences, 15*(8), 941. https://doi.org/10.3390/educsci15080941

Nicholus, G., Muwonge, C. M., & Joseph, N. (2023). The role of problem-based learning approach in teaching and learning physics: A systematic literature review. *F1000Research, 12*, 951. https://doi.org/10.12688/f1000research.136339.2

Polverini, G., & Gregorcic, B. (2024). Performance of ChatGPT on the test of understanding graphs in kinematics. *Physical Review Physics Education Research, 20*(1), 010109. https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.20.010109

Derechos de autor: 2026 Por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0)
https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/