

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL LITORAL

Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas

Facultad de Humanidades y Ciencias



Tesis para la obtención del Grado Académico de
Doctor en Educación en Ciencias Experimentales

Utilización didáctica de una página web con Inteligencia Artificial para lograr la adquisición de conceptos sobre mecánica newtoniana en estudiantes de primer año de Licenciatura en Pedagogía de la Matemática y la Física – Guayaquil, Ecuador

Mag. Christian Antonio Pavón Brito

Director de Tesis: Dr. Antonio E. Felipe

Co-directora de Tesis: Dra. Olga B. Ávila

Lugar de realización: Facultad de Filosofía, Letras y Ciencias de la Educación
– Universidad de Guayaquil

AGRADECIMIENTO

A Dios.

Al Dr. Antonio Felipe y Dra. Olga Ávila, director y codirectora de esta tesis.

A la Universidad Nacional del Litoral y a la Universidad de Guayaquil.

A mi familia por el apoyo.

A mis hijos por ser la motivación de seguir adelante.

ÍNDICE

RESUMEN	1
ABSTRACT	2
1. INTRODUCCIÓN	3
1.1. DECLARACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	6
1.2. OBJETIVOS	6
1.2.1. OBJETIVO GENERAL	6
1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	6
2. MARCO TEÓRICO	8
2.1. CONCEPCIONES ALTERNATIVAS EN LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA	8
2.1.1. DEFINICIÓN DE CONCEPCIONES ALTERNATIVAS	8
2.1.2. IMPACTO DE LAS CONCEPCIONES ALTERNATIVAS EN EL APRENDIZAJE DE LA MECÁNICA NEWTONIANA	9
2.1.3. ESTUDIOS PREVIOS SOBRE CONCEPCIONES ALTERNATIVAS EN FÍSICA CLÁSICA	11
2.1.4. ESTRATEGIAS PEDAGÓGICAS PARA SUPERAR CONCEPCIONES ALTERNATIVAS	12
2.2. LA INSTRUCCIÓN ENTRE PARES (PEER INSTRUCTION)	14
2.2.1. DEFINICIÓN Y FUNDAMENTOS DE LA INSTRUCCIÓN ENTRE PARES	14
2.2.2. APLICACIÓN DE LA INSTRUCCIÓN ENTRE PARES EN LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA	15
2.2.3. BENEFICIOS Y LIMITACIONES DE LA INSTRUCCIÓN ENTRE PARES	16
2.2.4. INTEGRACIÓN DE LA TEORÍA DE CAMPOS CONCEPTUALES (TCC) EN LA INSTRUCCIÓN ENTRE PARES	17
2.3. INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LA EDUCACIÓN	18
2.3.1. DEFINICIÓN Y EVOLUCIÓN DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LA EDUCACIÓN	19
2.3.2. APLICACIONES DE LA IA EN LA ENSEÑANZA DE CIENCIAS	20
2.3.3. IMPACTO DE LA IA EN EL APRENDIZAJE PERSONALIZADO Y LA EFICIENCIA EDUCATIVA	21
2.3.4. ESTUDIOS DE CASO RELEVANTES EN EL USO DE IA EN EDUCACIÓN	22
2.4. USO DE LA IA EN LA ENSEÑANZA DE LA MECÁNICA NEWTONIANA	23
2.4.1. INTEGRACIÓN DE IA EN LA ENSEÑANZA DE MECÁNICA CLÁSICA	23
2.4.2. HERRAMIENTAS DE IA APLICADAS EN LA ENSEÑANZA	24
2.4.3. COMPARACIÓN ENTRE ENSEÑANZA TRADICIONAL Y MEDIADA POR IA	25
2.4.4. RESULTADOS DE INVESTIGACIONES PREVIAS SOBRE LA EFICACIA DE LA IA EN LA ENSEÑANZA DE FÍSICA	26
2.5. SITUACIÓN ACTUAL DEL USO DE IA EN AMÉRICA LATINA Y ECUADOR	27
2.5.1. USO DE IA EN EDUCACIÓN EN AMÉRICA LATINA	28
2.5.2. CASOS ESPECÍFICOS DE BRASIL, CHILE, ARGENTINA Y MÉXICO	29
2.5.3. CONTEXTO Y DESAFÍOS DEL USO DE IA EN ECUADOR	30
2.5.4. OPORTUNIDADES PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE IA EN LA ENSEÑANZA DE CIENCIAS EN ECUADOR	31
2.6. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DEL ESTUDIO	32
2.6.1. RELACIÓN ENTRE CONCEPCIONES ALTERNATIVAS Y EL APRENDIZAJE CONCEPTUAL	32
2.6.2. LA TEORÍA DE CAMPOS CONCEPTUALES APLICADA AL APRENDIZAJE DE LA FÍSICA	33

2.6.3.	EL PAPEL DE LA IA EN LA SUPERACIÓN DE CONCEPCIONES ALTERNATIVAS	33
2.6.4.	MODELOS PEDAGÓGICOS Y SU RELACIÓN CON LA METODOLOGÍA DEL ESTUDIO	34
2.7.	SÍNTESIS Y PERSPECTIVAS FUTURAS	35
2.7.1.	RESUMEN DE LOS CONCEPTOS CLAVE DISCUTIDOS	35
2.7.2.	IMPLICACIONES PARA LA PRÁCTICA EDUCATIVA.....	35
2.7.3.	PERSPECTIVAS FUTURAS SOBRE EL USO DE IA EN LA ENSEÑANZA DE FÍSICA	36
3.	MATERIALES Y MÉTODOS	37
3.1.	METODOLOGÍA APLICADA	37
3.1.1.	INTERVENCIÓN DURANTE EL PRIMER SEMESTRE (MAYO-AGOSTO 2024).....	38
3.1.2.	INTERVENCIÓN DURANTE EL SEGUNDO SEMESTRE (OCTUBRE 2024-FEBRERO 2025)	38
3.2.	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	39
3.3.	INSTRUMENTOS.....	39
3.4.	TÉCNICAS DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO	40
4.	RESULTADOS	41
4.1.	RESULTADOS DE LA ENCUESTA DURANTE EL PRIMER SEMESTRE.....	41
4.2.	RESULTADOS DE LA INTERVENCIÓN DEL PRIMER SEMESTRE	45
4.3.	RESULTADOS DE LA ENCUESTA DURANTE EL SEGUNDO SEMESTRE	47
4.4.	RESULTADOS DE LA INTERVENCIÓN DEL SEGUNDO SEMESTRE	50
4.5.	GRÁFICOS COMPARATIVOS ENTRE SEMESTRES.....	51
5.	DISCUSIÓN	56
6.	RECOMENDACIONES DIDÁCTICAS	62
6.1.	RECOMENDACIÓN GENERAL.....	62
6.2.	DESDE LA PERSPECTIVA DOCENTE.....	63
6.3.	DESDE LA PERSPECTIVA DE LOS ESTUDIANTES	63
6.4.	FUNDAMENTACIÓN DE LA RECOMANDACIÓN GENERAL.....	63
6.5.	FUNDAMENTACIÓN DE LAS RECOMENDACIONES DESDE LA PERSPECTIVA DOCENTE	66
6.6.	FUNDAMENTACIÓN DE LAS RECOMENDACIONES DESDE LA PERSPECTIVA DE LOS ESTUDIANTES.....	74
7.	CONCLUSIONES	81
8.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	83
9.	ANEXOS.....	93
9.1.	ANEXO I: ANALISIS DESCRIPTIVO DE LA ENCUESTA EN EL PRIMER SEMESTRE.....	93
9.2.	ANEXO II: ANALISIS DE LAS PRUEBAS DURANTE EL PRIMER SEMESTRE	94
9.3.	ANEXO III: ANALISIS DESCRIPTIVO DE LA ENCUESTA EN EL SEGUNDO SEMESTRE.....	95
9.4.	ANEXO IV: ANALISIS DE LAS PRUEBAS DURANTE EL SEGUNDO SEMESTRE	96
9.5.	ANEXO V: PLANIFICACIÓN DE LAS CLASES DURANTE EL SEGUNDO SEMESTRE	98
9.6.	ANEXO VI: ENCUESTA SOCIODEMOGRÁFICA	104
9.7.	ANEXO VII: DETALLE DE ÁREAS DE COMPETENCIAS DIGITALES PARA EDUCADORES	108

RESUMEN

La investigación aborda las dificultades persistentes en la enseñanza y el aprendizaje de la mecánica newtoniana en estudiantes universitarios de primer año. A pesar de la instrucción formal, se mantienen concepciones alternativas sobre conceptos fundamentales como fuerza, movimiento y energía, lo que limita la comprensión conceptual y la resolución de problemas. Ante este escenario, se propone el uso de la inteligencia artificial (IA) como estrategia didáctica innovadora. El estudio, de tipo cuasi-experimental y cuantitativo, se realizó en la Universidad de Guayaquil con estudiantes de la Licenciatura en Pedagogía de la Matemática y la Física. La intervención se desarrolló durante dos semestres: en el primero, el grupo control trabajó con instrucción por pares tradicional, mientras que el grupo experimental utilizó la página web ChatGPT como sustituto del par académico. En el segundo semestre, los grupos experimentales emplearon ChatGPT como refuerzo académico adicional, mientras que los controles continuaron con clases convencionales. Se aplicaron encuestas sociodemográficas, pruebas de entrada y salida (basadas en el Force Concept Inventory) y actividades guiadas mediadas por IA. Para el análisis, se emplearon estadísticas descriptivas (frecuencias, medias, desviaciones estándar) e inferenciales (Shapiro–Wilk, Kruskal–Wallis, Wilcoxon, Spearman y Chi–cuadrado). Los resultados evidencian mejoras significativas en el grupo experimental, confirmando que la integración de IA favorece el cambio conceptual y potencia la comprensión de la mecánica newtoniana. La investigación concluye que la IA, utilizada como recurso complementario y no sustitutivo del docente, abre nuevas posibilidades para la enseñanza personalizada y la superación de obstáculos conceptuales en la física universitaria.

Palabras clave: Inteligencia Artificial - Mecánica Newtoniana - Concepciones Alternativas - Instrucción por Pares - Aprendizaje Conceptual

ABSTRACT

This research addresses the persistent difficulties in teaching and learning Newtonian mechanics among first-year university students. Despite formal instruction, alternative conceptions about fundamental concepts such as force, motion, and energy remain, limiting conceptual understanding and problem-solving skills. In response, artificial intelligence (AI) is proposed as an innovative didactic strategy. The study, designed as a quantitative quasi-experimental research, was conducted at the University of Guayaquil with students enrolled in the Bachelor's Degree in Mathematics and Physics Education. The intervention was developed over two semesters: during the first, the control group worked with traditional peer instruction, while the experimental group used the ChatGPT platform as a substitute for the academic peer. In the second semester, the experimental groups employed ChatGPT as additional academic reinforcement, while the control groups continued with conventional classes. Sociodemographic surveys, pre- and post-tests (based on the Force Concept Inventory), and guided activities mediated by AI were applied. Descriptive statistics (frequencies, means, standard deviations) and inferential techniques (Shapiro–Wilk, Kruskal–Wallis, Wilcoxon, Spearman, and Chi-square tests) were used for data analysis. The results show significant improvements in the experimental group, confirming that AI integration fosters conceptual change and strengthens the understanding of Newtonian mechanics. The study concludes that AI, when used as a complementary rather than substitutive resource, opens new possibilities for personalized teaching and overcoming conceptual barriers in university-level physics education.

Keywords: Artificial Intelligence – Newtonian Mechanics – Alternative Conceptions – Peer Instruction – Conceptual Learning

1. INTRODUCCIÓN

La mecánica newtoniana contiene los principios fundamentales de la Física, pues posee los cimientos para el electromagnetismo y la mecánica cuántica. Además, es la base para la comprensión y resolución de problemáticas concretas. Sin embargo, la mayoría de los estudiantes perciben a la mecánica clásica como difícil, pues tienden a considerar ideas erróneas debido a experiencias vividas durante su aprendizaje (Flores-García et al., 2008; Carrascosa-Alís, 2014; Dreyfus et al., 2019; Guadagno et al., 2021). Diversas investigaciones han abordado el tema de las concepciones alternativas en Física y, en especial, en mecánica clásica, determinando que las mismas persisten a pesar de la educación formal en la escuela y hacen que los aprendices tengan una amplia brecha de comprensión conceptual en mecánica newtoniana y Física en general (Aguilar et al., 2007; Fernández, 2015; Varas et al., 2018). Es por eso que la enseñanza de la mecánica clásica se convierte en un gran reto para los profesores, ya que deben trabajar con las ideas consideradas como correctas o verdaderas por los estudiantes para promover la construcción de cambios conceptuales que permitan el aprendizaje de los principios aceptados en el contexto científico sobre la mecánica clásica, causando en la mayoría de las ocasiones conflictos cognitivos que no siempre se resuelven satisfactoriamente. Estudios en Malasia y Corea del Sur han observado que los estudiantes presentan dificultades para comprender conceptos como la fuerza y el movimiento, la velocidad y la aceleración, el impulso y el momento, la gravedad y la caída libre, las representaciones gráficas en cinemática y la conservación de la energía (Rosales & Sulaiman, 2020).

Así también lo refleja una investigación basada en el test “Force Concept Inventory (FCI)”, mismo que busca medir la comprensión de los conceptos fundamentales de la mecánica clásica y la eficacia del proceso de enseñanza – aprendizaje por medio de la aplicación de pretest y postest a los grupos escogidos como muestras. En el trabajo investigativo se describe que los estudiantes universitarios de México alcanzan una media de 50,75% en conceptualización, considerando resultados de los últimos 10 años, mientras obtiene 22,17% en eficacia; se observa un porcentaje similar en Colombia donde alcanzan un 40% de nivel de conocimiento en mecánica clásica y 18,59% de eficacia. Estas Universidades al tener porcentajes superiores a 40 e inferiores a 70 se posicionan en el

nivel medio de aprendizaje. Por otro lado, se encuentra Chile con 73,15% que se sitúa en un nivel alto de asimilación referente a Física Clásica, sin embargo, debe conseguir una mejora en el proceso de enseñanza, pues tiene eficacia de 34,65%; de la misma forma lo deben realizar Colombia y México (Artamónova et al., 2017).

En Argentina, un estudio da a conocer que los estudiantes evaluados por medio del test FCI alcanzan un 40,3% de conceptualización en los contenidos de Física I, ya que muestran aún inconvenientes en la distinción de conceptos como posición, velocidad y fuerza. Este porcentaje ubica a los aprendices en un nivel medio de conocimientos, pero con 16% de incremento en eficacia didáctica (Budini et al., 2019).

Ecuador no muestra resultados diferentes a los antes mencionados en países de América, pues una investigación que toma como instrumento el test diseñado por el Departamento de Física de la Universidad de Colorado en EE. UU., a estudiantes que se encontraban divididos en los 3 siguientes grupos: GAR (estudiantes seleccionados por la SENESCYT para el ingreso a universidades fuera del país), Prepolitécnico (asistentes del curso de nivelación de una Escuela Politécnica del país) y estudiantes de Física de la misma Escuela Politécnica, revelan porcentajes entre 38,75% y 43% en la sección referente a asertividad en el entendimiento conceptual sobre conocimientos en la mecánica clásica; entre las dificultades detectadas se determinó que a los estudiantes les falta conocer cómo resolver un problema, comprender el proceso y relacionar la resolución de un problema con una fórmula determinada (Varas et al., 2018).

En otra investigación, realizada con estudiantes de cuarto semestre de la Carrera Pedagogía de las Ciencias Experimentales de la Matemática y la Física en la Universidad de Guayaquil, se observa que por medio de clases tradicionales los estudiantes no logran conceptualizar el movimiento de proyectiles, es decir, ellos no son capaces de establecer las relaciones correspondientes para sacar conclusiones ni solucionar problemas y es por esta razón que consiguen un promedio de 3,41 puntos de una calificación sobre 10 (Amaguaya & Castro, 2022).

De acuerdo con lo mencionado en los párrafos anteriores, las dificultades de los estudiantes podrían ser atribuibles, entre otros aspectos, a las estrategias didácticas utilizadas, las cuales no favorecen superar los obstáculos para la asimilación de

contenidos. Por lo tanto, se deben seguir adoptando nuevas estrategias que enriquezcan el paradigma educativo, como lo es la Inteligencia Artificial (IA), misma que ha sido utilizada en varias áreas o departamentos en instituciones educativas y su uso ha tenido un gran impacto, incluida la mejora de la eficiencia, el aprendizaje global, el aprendizaje personalizado, contenido más inteligente y una mayor eficacia y eficiencia en la administración de la educación (Chen et al., 2020). Además, el uso de aplicaciones de IA puede a futuro brindar educación directamente en contextos desafiantes y a poblaciones desatendidas, proveer de oportunidades y recursos de aprendizaje abiertos pensando de manera significativa sobre los roles de los docentes y los estudiantes en la era de la IA, proporcionando herramientas de enseñanza para mejorar, en lugar de reemplazar, los modelos tradicionales de aprendizaje cara a cara (UNESCO, 2020).

Por otro lado, en China, se ha planteado la Nueva Educación Oriental, promoviendo empresas que desarrollan métodos personalizados como Xueersi, que ha elaborado un sistema que permite a cada estudiante ver los resultados y las respuestas de las preguntas de cuestionarios diarios, y los profesores pueden ver fácilmente estos resultados detallados y resumidos para gestionar en qué medida los estudiantes dominan el contenido de la clase y ponerse en contacto con ellos para ofrecerles ayuda y apoyo. Otra empresa ha dotado a cada estudiante de un asistente personal que gestiona las clases de los estudiantes y puede responder a preguntas sobre el contenido de la temática. Por lo tanto, la Nueva Educación Oriental invierte en software de enseñanza que proporciona a cada individuo un profesor que diseña planes independientes según sus capacidades de aprendizaje (Bao, 2021).

Es así que la Universidad de Stanford cree que la IA permitirá, en 15 años, la implementación de tutores virtuales y de esta manera el estudiante podrá recurrir a su tutor virtual para dar solución a las dudas que encuentre en cualquier momento del día, en otras palabras, estará disponible mientras desarrolle sus tareas o cuando se prepare para una evaluación. Definitivamente, brindará su apoyo las 24 horas, independientemente del día de la semana (Peñaherrera et al., 2022).

Sin embargo, si observamos el uso de la IA como estrategia para impulsar el servicio de un bien social en América Latina y el Caribe, esta implementación se da principalmente en Brasil y en Chile, mientras que en países como Argentina y México este campo recién

se busca explorar. En cuanto a Ecuador, la puesta en marcha de la IA como parte de diferentes servicios no ha tenido un inicio (Gómez et al., 2020).

Es por este motivo que se busca impulsar en Ecuador el uso de la inteligencia artificial usando páginas web que interactúen con los estudiantes, permitiendo aplicar estrategias de aprendizaje autónomo más efectivas. En definitiva, la IA permitirá personalizar las tareas, la lista de práctica de ejercicios y recomendación de videos; y con el material educativo personalizado el estudiante obtendrá un aprendizaje más profundo (Moreno, 2019).

1.1. DECLARACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Por lo antes expuesto, el propósito de este trabajo es investigar la relación entre el uso de actividades guiadas donde el estudiante interactúe con software de Inteligencia Artificial y el nivel de conocimiento conceptual adquirido acerca de temas de mecánica clásica en estudiantes de primer año de Licenciatura en Pedagogía de la Matemática y la Física de la Universidad de Guayaquil.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar el efecto de las actividades guiadas con el uso de Inteligencia Artificial, en el nivel de conocimiento conceptual acerca de temas de mecánica clásica en estudiantes de Licenciatura en Pedagogía de la Matemática y la Física de la Universidad de Guayaquil.

1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Identificar los atributos sociodemográficos de la población de estudio mediante la aplicación de una encuesta.
2. Diagnosticar el estado inicial de conocimiento conceptual de la población en estudio mediante la aplicación de una prueba de entrada.

3. Implementar en el grupo experimental una secuencia didáctica centrada en la utilización de actividades guiadas con el uso de Inteligencia Artificial.
4. Caracterizar el conocimiento conceptual de la población en estudio mediante la aplicación de una prueba de salida, luego de ser aplicada la intervención en el grupo de experimental.
5. Elaborar recomendaciones didácticas para la utilización de actividades guiadas mediadas por Inteligencia Artificial en la enseñanza de contenidos de mecánica clásica.

2. MARCO TEÓRICO

En este capítulo se desarrollará el marco teórico que fundamenta esta investigación, proporcionando un análisis detallado de las teorías, conceptos y estudios previos que son esenciales para comprender el problema de investigación. Se abordarán las concepciones alternativas en la enseñanza de la mecánica newtoniana, la metodología de instrucción entre pares, y el uso de la inteligencia artificial en la educación, entre otros aspectos clave. Este marco teórico no solo sustentará las hipótesis y objetivos planteados, sino que también ofrecerá una base sólida para la interpretación de los resultados obtenidos.

2.1. CONCEPCIONES ALTERNATIVAS EN LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA

El aprendizaje de la física, especialmente en lo que respecta a la mecánica newtoniana, a menudo se enfrenta a obstáculos significativos debido a las concepciones alternativas que los estudiantes han construido a lo largo de sus experiencias previas. Estas concepciones, aunque útiles para entender su mundo cotidiano, pueden convertirse en barreras para adquirir un conocimiento científico correcto y profundo. En este apartado se explorarán las concepciones alternativas más comunes en la enseñanza de la física, su impacto en el aprendizaje, estrategias pedagógicas para superarlas y cómo estas concepciones se han abordado en investigaciones previas.

2.1.1. DEFINICIÓN DE CONCEPCIONES ALTERNATIVAS

Las concepciones alternativas, también conocidas como ideas previas o preconcepciones, son entendimientos y creencias que los estudiantes han desarrollado antes de recibir una enseñanza formal en una disciplina científica (Huerta, 2017). Estas concepciones suelen ser construcciones mentales que, aunque intuitivas y basadas en la experiencia cotidiana, pueden diferir significativamente de las explicaciones científicas aceptadas.

En el contexto de la enseñanza de la física, las concepciones alternativas pueden abarcar una amplia gama de temas, desde el movimiento de los cuerpos hasta las leyes de Newton, y pueden influir en cómo los estudiantes interpretan y aplican conceptos científicos (Ferreira & Alves, 2022).

Una de las características fundamentales de las concepciones alternativas es su resistencia al cambio. Esto se debe a que están profundamente arraigadas en las experiencias personales y en las interpretaciones del mundo que los estudiantes han formado a lo largo de su vida. Según Ferreira y Alves (2022), estas concepciones pueden estar tan profundamente integradas en el pensamiento de los estudiantes que a menudo no son fácilmente identificables ni siquiera por los propios estudiantes. Esto significa que, aunque un estudiante pueda estar expuesto a la enseñanza formal, estas concepciones alternativas pueden persistir e interferir con la adquisición de un conocimiento científico más preciso.

Para abordar estas concepciones, es esencial que los educadores las identifiquen y comprendan cómo afectan el proceso de aprendizaje. Investigaciones como las de Cuellar (2009) y Cordero y Dumrauf (2017) han demostrado que una enseñanza que no tenga en cuenta las concepciones alternativas puede resultar ineficaz, ya que los estudiantes tienden a reinterpretar la nueva información para ajustarla a sus creencias preexistentes, en lugar de modificar sus concepciones incorrectas.

2.1.2. IMPACTO DE LAS CONCEPCIONES ALTERNATIVAS EN EL APRENDIZAJE DE LA MECÁNICA NEWTONIANA

El impacto de las concepciones alternativas en el aprendizaje de la mecánica newtoniana es profundo y multifacético. La mecánica newtoniana, que incluye conceptos fundamentales como la inercia, la fuerza y el movimiento, es un área en la que los estudiantes a menudo traen consigo una variedad de concepciones alternativas. Estas concepciones no solo afectan su

comprensión inicial, sino que también influyen en cómo interpretan y aplican los principios físicos en situaciones nuevas.

Por ejemplo, muchos estudiantes creen que un objeto en movimiento debe estar siempre bajo la influencia de una fuerza para continuar moviéndose. Esta creencia está en contradicción directa con la primera ley de Newton, que establece que un objeto en movimiento permanecerá en movimiento a menos que actúe sobre él una fuerza externa (Flores-García et al., 2008). Este tipo de concepción errónea puede llevar a una serie de interpretaciones incorrectas y a dificultades significativas para los estudiantes cuando intentan resolver problemas de física.

Las investigaciones han demostrado que estas concepciones alternativas son resistentes al cambio, incluso después de la instrucción formal. Estudios realizados por Aguilar et al. (2007) y Sáenz y Hernández (2021) muestran que, a pesar de la educación formal en mecánica clásica, muchos estudiantes continúan sosteniendo ideas incorrectas sobre conceptos fundamentales, lo que resulta en una comprensión superficial y fragmentada del tema. Esto no solo afecta su rendimiento en exámenes y evaluaciones, sino que también limita su capacidad para aplicar estos conceptos en contextos reales o avanzados.

La persistencia de estas concepciones alternativas subraya la necesidad de enfoques pedagógicos que vayan más allá de la simple transmisión de información. Según Fernández (2015), es esencial que los educadores diseñen actividades que confronten directamente estas ideas erróneas y que guíen a los estudiantes a través de un proceso de reconstrucción conceptual. Esto puede incluir el uso de conflictos cognitivos, donde los estudiantes se enfrentan a situaciones que no pueden explicar con sus concepciones alternativas, lo que les motiva a reconsiderar y eventualmente modificar sus ideas.

2.1.3. ESTUDIOS PREVIOS SOBRE CONCEPCIONES ALTERNATIVAS EN FÍSICA CLÁSICA

Numerosos estudios han investigado las concepciones alternativas en la enseñanza de la física clásica, destacando su prevalencia y la dificultad para erradicarlas. Estos estudios han sido realizados en diversos contextos y niveles educativos, revelando patrones comunes en las ideas erróneas que los estudiantes sostienen sobre la mecánica newtoniana.

En un estudio seminal, Hestenes et al. (1992) desarrollaron el Force Concept Inventory (FCI), una herramienta diseñada para evaluar las concepciones de los estudiantes sobre la fuerza y el movimiento. Los resultados del FCI han mostrado consistentemente que un alto porcentaje de estudiantes, incluso después de recibir instrucción en física, mantiene concepciones alternativas sobre conceptos fundamentales. Este hallazgo ha sido corroborado en estudios posteriores realizados en diferentes países, lo que sugiere que estas concepciones no son exclusivas de un contexto cultural o educativo específico.

Por ejemplo, Artamónova et al. (2017) realizaron un estudio en América Latina utilizando el FCI y encontraron que los estudiantes universitarios en México, Colombia y Chile presentaban una comprensión limitada de los conceptos de fuerza y movimiento, con niveles de conceptualización que variaban entre el 40% y el 73%. Estos resultados indican que, aunque los estudiantes pueden mejorar su comprensión a través de la educación formal, las concepciones alternativas persisten, limitando su capacidad para aplicar estos conceptos en situaciones nuevas.

En Argentina, Budini et al. (2019) utilizaron el FCI para monitorear el progreso de los estudiantes de física y encontraron que, aunque algunos estudiantes mejoraron su comprensión, muchos continuaron mostrando dificultades significativas para distinguir entre conceptos como posición, velocidad y fuerza. Este estudio subraya la necesidad de intervenciones pedagógicas específicas que aborden estas concepciones alternativas de manera directa y sostenida.

Además, en el contexto ecuatoriano, Varas et al. (2018) exploraron las actitudes y creencias de los estudiantes de física clásica, encontrando que las concepciones alternativas no solo afectan la comprensión conceptual, sino que también influyen en las actitudes hacia el aprendizaje de la física. Los estudiantes que sostienen concepciones alternativas tienden a ver la física como difícil y abstracta, lo que disminuye su motivación y su disposición para participar en el aprendizaje activo.

En resumen, los estudios previos indican que las concepciones alternativas en la física clásica son un desafío persistente en la educación científica. Abordarlas requiere un enfoque pedagógico integral que combine estrategias de instrucción específicas, herramientas de evaluación como el FCI, y una comprensión profunda de cómo los estudiantes construyen y modifican sus conocimientos en física.

2.1.4. ESTRATEGIAS PEDAGÓGICAS PARA SUPERAR CONCEPCIONES ALTERNATIVAS

Superar las concepciones alternativas en la enseñanza de la física requiere la implementación de estrategias pedagógicas específicas que no solo aborden estas ideas erróneas, sino que también promuevan un entendimiento más profundo y duradero de los conceptos científicos. Una de las estrategias más efectivas es el uso de la instrucción entre pares (Peer Instruction), una metodología que fomenta la discusión y el análisis entre estudiantes, ayudándolos a reconsiderar y, en última instancia, a corregir sus concepciones erróneas.

La instrucción entre pares, tal como la describe Mazur (1997), es una técnica en la que se presenta un concepto o problema a los estudiantes, seguido de una votación individual sobre la respuesta correcta. Luego, se les pide que discutan sus respuestas con sus compañeros antes de votar nuevamente. Esta interacción les permite escuchar y considerar diferentes puntos de vista, lo que a menudo conduce a una mejor comprensión del concepto en cuestión.

Campos et al. (2021) señalan que, a través de esta metodología, los estudiantes pueden superar las concepciones alternativas al tener que justificar sus respuestas y confrontar las explicaciones de sus compañeros, lo que facilita el cambio conceptual.

Otra estrategia importante es el uso de modelos mentales y simulaciones. Las simulaciones interactivas permiten a los estudiantes visualizar conceptos abstractos y observar cómo cambian las variables en tiempo real. Esto es particularmente útil en la enseñanza de la mecánica newtoniana, donde los conceptos de fuerza y movimiento pueden ser difíciles de conceptualizar sin una representación visual. Rosales y Sulaiman (2020) demostraron que los estudiantes que utilizan simulaciones para explorar conceptos físicos tienen una mayor probabilidad de corregir sus concepciones alternativas y de desarrollar una comprensión más profunda de los principios subyacentes.

Además, la retroalimentación continua y específica es crucial. Según Hernández y Murillo (2019), los docentes deben proporcionar una retroalimentación inmediata y específica que no solo corrija los errores, sino que también explique por qué una concepción alternativa es incorrecta y cómo debe ser reemplazada por un concepto científicamente correcto. Esta retroalimentación debe ser clara, centrada en los conceptos clave y debe conectar directamente con las actividades realizadas por los estudiantes.

Finalmente, la integración de la teoría de campos conceptuales (TCC) propuesta por Vergnaud (1982) puede ser fundamental para superar las concepciones alternativas. Esta teoría sugiere que el aprendizaje ocurre cuando los estudiantes interactúan con situaciones problemáticas que requieren la aplicación de conceptos y teoremas en acto. Según Moreira (2002), al diseñar situaciones de aprendizaje que obliguen a los estudiantes a aplicar lo que han aprendido de manera activa, es más probable que modifiquen sus concepciones alternativas y desarrollen una comprensión más robusta.

2.2. LA INSTRUCCIÓN ENTRE PARES (PEER INSTRUCTION)

La instrucción entre pares (Peer Instruction) es una metodología educativa que ha ganado popularidad en la enseñanza de las ciencias, especialmente en la física, debido a su eficacia para mejorar la comprensión conceptual y superar las concepciones alternativas. Este enfoque se basa en la interacción y discusión entre los estudiantes, permitiendo que confronten sus ideas y resuelven sus dudas en un ambiente colaborativo. En este apartado, se analizará en detalle la instrucción entre pares, su aplicación en la enseñanza de la física, sus beneficios y limitaciones, así como su integración con la teoría de campos conceptuales (TCC).

2.2.1. DEFINICIÓN Y FUNDAMENTOS DE LA INSTRUCCIÓN ENTRE PARES

La instrucción entre pares fue desarrollada por Eric Mazur en la década de 1990 como una respuesta a las limitaciones que él mismo observó en la enseñanza tradicional de la física en grandes aulas universitarias. Este método tiene como objetivo principal mejorar la comprensión conceptual de los estudiantes a través de la discusión y el análisis colectivo de problemas específicos. Según Mazur (1997), la instrucción entre pares se caracteriza por su estructura cíclica, en la que los estudiantes primero responden individualmente a una pregunta conceptual, luego discuten sus respuestas con sus compañeros y, finalmente, responden nuevamente la misma pregunta para ver si su comprensión ha mejorado.

El fundamento teórico de la instrucción entre pares se basa en la teoría constructivista del aprendizaje, que sostiene que los estudiantes construyen su propio conocimiento a través de la interacción con su entorno y con otros. En este sentido, la discusión entre pares actúa como un catalizador para el aprendizaje activo, permitiendo que los estudiantes cuestionen sus ideas previas y reformulen su comprensión a partir de la interacción con otros puntos de vista (Mazur, 1997).

Además, este enfoque fomenta la metacognición, ya que los estudiantes no solo deben resolver un problema, sino también reflexionar sobre su proceso

de pensamiento y el de sus compañeros. Según Crouch & Mazur (2001), esta reflexión es crucial para que los estudiantes puedan identificar y corregir sus concepciones alternativas, facilitando un aprendizaje más profundo y duradero.

2.2.2. APLICACIÓN DE LA INSTRUCCIÓN ENTRE PARES EN LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA

La instrucción entre pares ha sido ampliamente aplicada en la enseñanza de la física, con resultados que han demostrado su efectividad para mejorar la comprensión conceptual. Uno de los contextos más comunes en los que se utiliza es en la enseñanza de conceptos difíciles o abstractos, como las leyes de Newton, la termodinámica, o la teoría de campos electromagnéticos.

En la práctica, la instrucción entre pares se implementa a través de una serie de pasos. Primero, el instructor presenta un concepto o un problema conceptual a la clase y formula una pregunta diseñada para revelar posibles concepciones alternativas entre los estudiantes. Luego, los estudiantes responden a la pregunta de forma individual, generalmente utilizando un sistema de votación como clickers o aplicaciones en línea. Esta primera votación permite al instructor identificar las concepciones prevalentes en la clase (Mazur, 1997).

Después de la votación inicial, los estudiantes se agrupan en pares o pequeños grupos para discutir sus respuestas. Este paso es fundamental, ya que permite a los estudiantes explicar y defender sus respuestas, confrontar diferentes puntos de vista y llegar a una comprensión más profunda a través de la discusión (Fagen et al., 2002). Tras la discusión, los estudiantes votan nuevamente sobre la misma pregunta, y generalmente, se observa un aumento en la cantidad de respuestas correctas, lo que indica una mejora en la comprensión conceptual.

La investigación ha demostrado que este enfoque no solo mejora los resultados en términos de comprensión conceptual, sino que también puede

aumentar la retención a largo plazo de los conceptos aprendidos. Un estudio realizado por Lasry et al. (2008) encontró que los estudiantes que participaron en sesiones de instrucción entre pares mostraron una retención significativamente mejorada de los conceptos de física en comparación con aquellos que aprendieron a través de métodos tradicionales. Resultados similares fueron obtenidos por Murillo-Quirós y Hernández-Campos (2018) y Hernández Campos y Murillo-Quirós (2019).

2.2.3. BENEFICIOS Y LIMITACIONES DE LA INSTRUCCIÓN ENTRE PARES

Los beneficios de la instrucción entre pares son numerosos y bien documentados en la literatura educativa. Entre los más destacados se encuentran:

- *Mejora en la comprensión conceptual:* Al permitir que los estudiantes discutan y confronten sus ideas, la instrucción entre pares facilita un cambio conceptual, ayudando a los estudiantes a corregir sus concepciones alternativas y a construir una comprensión más sólida de los conceptos científicos (Smith et al., 2009).
- *Aumento en la participación activa:* Este método fomenta un ambiente de aprendizaje activo, en el que los estudiantes son participantes activos en su proceso de aprendizaje, en lugar de receptores pasivos de información (Crouch & Mazur, 2001).
- *Desarrollo de habilidades de comunicación:* La instrucción entre pares no solo mejora la comprensión conceptual, sino que también desarrolla habilidades de comunicación, ya que los estudiantes deben explicar sus pensamientos y escuchar las ideas de sus compañeros (Knight & Wood, 2005; Sánchez et al., 2023).
- *Reducción de la ansiedad académica:* Algunos estudios sugieren que discutir problemas en pequeños grupos puede reducir la ansiedad que los estudiantes sienten al enfrentarse a problemas complejos, ya

que se sienten apoyados por sus compañeros (Heller & Hollabaugh, 1992; Machado, 2022).

Sin embargo, la instrucción entre pares también tiene limitaciones que deben ser consideradas:

- *Dependencia de la calidad de la interacción:* El éxito de la instrucción entre pares depende en gran medida de la calidad de la interacción entre los estudiantes. Si la discusión no es efectiva o si los estudiantes no se comprometen plenamente, el beneficio puede ser limitado (Lasry et al., 2008).
- *Requiere un instructor experimentado:* La implementación exitosa de la instrucción entre pares requiere que el instructor sea capaz de diseñar preguntas conceptuales efectivas, guiar la discusión y proporcionar retroalimentación adecuada. Instructores sin experiencia pueden tener dificultades para implementar este método de manera efectiva (Crouch & Mazur, 2001).
- *Posibles desigualdades en la participación:* En algunos casos, los estudiantes más dominantes pueden influir desproporcionadamente en las discusiones, lo que puede limitar la participación de estudiantes más reservados o menos seguros de sí mismos (Smith et al., 2009).
- *Tiempo de implementación:* La instrucción entre pares puede ser más lenta que otros métodos de enseñanza, ya que requiere tiempo para la discusión y la votación, lo que puede ser un desafío en cursos con mucho contenido que cubrir (Fagen et al., 2002).

2.2.4. INTEGRACIÓN DE LA TEORÍA DE CAMPOS CONCEPTUALES (TCC) EN LA INSTRUCCIÓN ENTRE PARES

La Teoría de Campos Conceptuales (TCC), propuesta por Gérard Vergnaud, proporciona un marco teórico que puede enriquecer la implementación de la instrucción entre pares. Según Vergnaud (1982), el aprendizaje de

conceptos complejos ocurre a través de la interacción de situaciones problemáticas, conceptos en acto y teoremas en acto. Este enfoque se alinea bien con los principios de la instrucción entre pares, en la que los estudiantes confrontan situaciones problemáticas y deben aplicar conceptos y teoremas para resolverlas.

Integrar la TCC en la instrucción entre pares implica diseñar preguntas conceptuales que no solo desafíen las concepciones alternativas, sino que también obliguen a los estudiantes a aplicar de manera activa los conceptos y teoremas en acto que han aprendido. Según Moreira (2002), esto puede mejorar la efectividad de la instrucción entre pares al asegurar que los estudiantes no solo lleguen a la respuesta correcta, sino que comprendan profundamente los principios subyacentes.

Además, la TCC subraya la importancia de la representación simbólica y la simbolización en el aprendizaje, lo que sugiere que las discusiones entre pares deben ir acompañadas de actividades que permitan a los estudiantes expresar y manipular representaciones simbólicas de los conceptos que están aprendiendo (Alfaro & Fonseca, 2016). Esto puede incluir la construcción de diagramas, el uso de ecuaciones o la creación de modelos mentales que reflejen su comprensión.

La integración de la TCC en la instrucción entre pares no solo facilita el cambio conceptual, sino que también promueve un aprendizaje más estructurado y coherente, en el que los estudiantes son capaces de conectar nuevos conceptos con conocimientos previos y de aplicar lo aprendido en situaciones nuevas.

2.3. INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LA EDUCACIÓN

La IA ha emergido como una de las tecnologías más transformadoras en diversos campos, y la educación no es una excepción. En un contexto educativo, la IA tiene el potencial de redefinir la forma en que se enseña y se aprende, ofreciendo herramientas innovadoras que pueden personalizar la experiencia educativa,

mejorar la eficiencia de los procesos de enseñanza y facilitar la accesibilidad a contenidos de alta calidad. Este desarrollo no solo marca una evolución en los métodos pedagógicos tradicionales, sino que también plantea nuevos desafíos y oportunidades para educadores y estudiantes por igual. A continuación, se exploran la definición y evolución de la IA en la educación, sus aplicaciones en la enseñanza de ciencias, el impacto en el aprendizaje personalizado y la eficiencia educativa, y estudios de caso relevantes que ilustran estos avances.

2.3.1. DEFINICIÓN Y EVOLUCIÓN DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LA EDUCACIÓN

La IA, en su definición más amplia, se refiere a la capacidad de las máquinas para realizar tareas que normalmente requieren inteligencia humana, como el procesamiento de lenguaje natural, el reconocimiento de patrones y la toma de decisiones. En el contexto educativo, la IA se refiere a sistemas y herramientas diseñados para apoyar o mejorar la experiencia de enseñanza y aprendizaje mediante el uso de algoritmos y modelos computacionales avanzados (Woolf, 2010).

La evolución de la IA en la educación ha sido significativa desde sus inicios. En las décadas de 1960 y 1970, las primeras aplicaciones de IA en educación se centraron principalmente en sistemas de tutoría basados en reglas y programas de retroalimentación automática (Baker et al., 2008). Estos sistemas ofrecían retroalimentación inmediata a los estudiantes y ayudaban a personalizar el aprendizaje en función de las respuestas del estudiante.

A lo largo de los años 80 y 90, la IA educativa avanzó con el desarrollo de sistemas de tutoría inteligentes y sistemas de apoyo a la toma de decisiones que podían adaptarse a los estilos de aprendizaje y necesidades individuales de los estudiantes (Heffernan & Heffernan, 2014). Sin embargo, fue en la década de 2000 cuando la llegada de la IA avanzada y el aprendizaje automático permitió una personalización más profunda del contenido y la interacción más dinámica entre estudiantes y sistemas educativos.

En la actualidad, la IA en educación abarca una variedad de aplicaciones, desde plataformas de aprendizaje adaptativo hasta asistentes virtuales y análisis de datos educativos. Estas herramientas no solo facilitan la enseñanza personalizada, sino que también permiten una evaluación más precisa del progreso del estudiante y una mejora continua de los métodos pedagógicos.

2.3.2. APLICACIONES DE LA IA EN LA ENSEÑANZA DE CIENCIAS

La enseñanza de ciencias se ha beneficiado enormemente de las aplicaciones de la IA, que permiten a los educadores y estudiantes explorar conceptos científicos complejos de manera más interactiva y eficiente. Una de las aplicaciones más destacadas es el uso de simulaciones y modelos interactivos basados en IA que ayudan a los estudiantes a visualizar fenómenos científicos que serían difíciles de observar en un entorno de laboratorio tradicional (Johnson et al., 2006).

Los sistemas de tutoría inteligentes, como los diseñados para la enseñanza de matemáticas y ciencias, utilizan algoritmos de IA para proporcionar retroalimentación específica y personalizada a los estudiantes. Estos sistemas pueden identificar áreas en las que los estudiantes tienen dificultades y adaptar las tareas y explicaciones para abordar esas necesidades específicas, mejorando así la comprensión de conceptos científicos (VanLehn, 2011).

Otro aspecto importante es el uso de la IA en la creación de recursos educativos personalizados. Los sistemas de IA pueden analizar el rendimiento del estudiante y recomendar materiales de estudio, ejercicios y pruebas que se ajusten a sus necesidades individuales. Por ejemplo, plataformas como Khan Academy utilizan IA para adaptar los ejercicios de matemáticas a las habilidades específicas de cada estudiante (Khan, 2012).

Además, la IA facilita la integración de tecnologías emergentes en la educación científica. Por ejemplo, la realidad aumentada (RA) y la realidad virtual (RV) basadas en IA ofrecen experiencias inmersivas que permiten a los estudiantes explorar simulaciones virtuales de experimentos científicos, el

sistema solar o estructuras moleculares, brindando una comprensión más profunda de los temas científicos (Bailenson et al., 2003; Lucero, 2024).

2.3.3. IMPACTO DE LA IA EN EL APRENDIZAJE PERSONALIZADO Y LA EFICIENCIA EDUCATIVA

Uno de los impactos más significativos de la IA en la educación es la capacidad para proporcionar un aprendizaje altamente personalizado. Los sistemas de aprendizaje adaptativo basados en IA pueden ajustar el contenido, la dificultad y el ritmo del aprendizaje en función de las necesidades y habilidades individuales de cada estudiante. Esto contrasta con los métodos educativos tradicionales, que a menudo se basan en un enfoque uniforme que puede no ser adecuado para todos los estudiantes (Clow, 2012; Ajila et al., 2025).

La IA también contribuye a mejorar la eficiencia educativa al automatizar tareas administrativas y de evaluación que tradicionalmente requerían mucho tiempo. Por ejemplo, los sistemas de IA pueden corregir automáticamente exámenes y tareas, analizar patrones de rendimiento y generar informes detallados sobre el progreso de los estudiantes. Esto permite a los educadores dedicar más tiempo a la interacción directa con los estudiantes y a la planificación de estrategias pedagógicas efectivas (Baker & Inventado, 2014).

Además, la IA puede apoyar a los educadores en la identificación temprana de estudiantes en riesgo mediante el análisis de datos y patrones de comportamiento. Al detectar signos de dificultades académicas o emocionales, los sistemas de IA pueden alertar a los maestros para que intervengan de manera oportuna y proporcionen el apoyo necesario (Ahmed, 2024).

La combinación de personalización y eficiencia que ofrece la IA tiene el potencial de transformar radicalmente la experiencia educativa, haciendo

que el aprendizaje sea más accesible, efectivo y adaptado a las necesidades individuales de los estudiantes.

2.3.4. ESTUDIOS DE CASO RELEVANTES EN EL USO DE IA EN EDUCACIÓN

Varios estudios de caso ilustran el impacto positivo de la IA en la educación, destacando cómo estas tecnologías están siendo implementadas en entornos educativos reales.

Uno de los estudios de caso más conocidos es el uso de la plataforma DreamBox, un sistema de aprendizaje adaptativo para matemáticas en la educación primaria y secundaria. DreamBox utiliza algoritmos de IA para adaptar las lecciones y los ejercicios en función de las respuestas y el rendimiento del estudiante, lo que permite una experiencia de aprendizaje personalizada. Las investigaciones han demostrado que los estudiantes que utilizan DreamBox muestran un progreso significativo en comparación con los que siguen métodos tradicionales (Foster, 2023).

Otro caso destacado es el uso de Knewton, una plataforma de aprendizaje adaptativo que se integra con materiales educativos para ofrecer recomendaciones personalizadas basadas en el rendimiento del estudiante. Knewton ha sido utilizado en diversas instituciones educativas para mejorar la comprensión y el rendimiento en áreas como matemáticas y ciencias. Los datos muestran que los estudiantes que utilizan Knewton tienden a obtener mejores calificaciones y mostrar una mayor retención del conocimiento (Kasinathan et al., 2017).

En el ámbito de la realidad virtual, el Proyecto Labster ofrece simulaciones de laboratorio basadas en IA que permiten a los estudiantes de ciencias realizar experimentos virtuales en un entorno seguro y controlado. Este enfoque ha demostrado ser eficaz en la mejora de la comprensión conceptual y la retención del contenido, especialmente en disciplinas como la biología y la química (Labster, 2024).

Estos estudios de caso reflejan cómo la integración de la IA en la educación no solo mejora la personalización y la eficiencia, sino que también ofrece nuevas oportunidades para la enseñanza y el aprendizaje de ciencias, proporcionando a los estudiantes herramientas innovadoras para explorar y comprender conceptos complejos.

2.4. USO DE LA IA EN LA ENSEÑANZA DE LA MECÁNICA NEWTONIANA

La inteligencia artificial (IA) está transformando la educación en muchos campos, y la enseñanza de la mecánica newtoniana no es una excepción. La IA ofrece herramientas avanzadas que facilitan el aprendizaje personalizado, la retroalimentación instantánea y la simulación interactiva, abordando algunos de los mayores desafíos que enfrentan los estudiantes en el aprendizaje de la física. En este apartado, se explorará cómo la IA se integra en la enseñanza de la mecánica clásica, las herramientas más comunes utilizadas en este contexto, las diferencias entre los enfoques tradicionales y los mediados por IA, y se analizarán investigaciones previas que han evaluado la eficacia de estas tecnologías en la mejora del aprendizaje.

2.4.1. INTEGRACIÓN DE IA EN LA ENSEÑANZA DE MECÁNICA CLÁSICA

La integración de la inteligencia artificial (IA) en la enseñanza de la mecánica clásica es un campo emergente con gran potencial para transformar los métodos de aprendizaje tradicionales. La mecánica clásica, y en particular la mecánica newtoniana, suele representar un desafío considerable para los estudiantes debido a la abstracción de los conceptos y la necesidad de un enfoque profundo en la resolución de problemas. La IA, con su capacidad para procesar grandes volúmenes de datos y proporcionar retroalimentación personalizada, ofrece nuevas oportunidades para mejorar la comprensión de estos conceptos.

En este contexto, la IA puede ser utilizada como una herramienta complementaria que apoya tanto a los docentes como a los estudiantes.

Desde la generación de ejercicios personalizados basados en el nivel de cada estudiante, hasta la simulación de experimentos complejos que ilustran principios físicos abstractos, la IA amplía el rango de recursos disponibles en el aula (Chen et al., 2020). Además, los avances en el procesamiento del lenguaje natural permiten que la IA entienda y responda preguntas sobre la física en tiempo real, lo que facilita un aprendizaje interactivo y dinámico.

La integración de la IA en la enseñanza de la mecánica newtoniana también incluye la adaptación de las tareas educativas a las necesidades individuales de los estudiantes. Por ejemplo, sistemas de tutoría inteligente pueden ajustar el nivel de dificultad de los problemas de física basándose en el rendimiento del estudiante en tiempo real, asegurando que cada estudiante reciba la instrucción adecuada para su nivel de competencia (Moreno, 2019). Esta personalización es especialmente útil en áreas donde los estudiantes suelen tener dificultades, como las leyes del movimiento, la dinámica y la cinemática.

2.4.2. HERRAMIENTAS DE IA APLICADAS EN LA ENSEÑANZA

Una de las herramientas más destacadas para la enseñanza basada en IA es ChatGPT, un modelo de lenguaje avanzado desarrollado por OpenAI que utiliza técnicas de aprendizaje profundo para generar texto coherente y responder preguntas complejas. En el ámbito de la enseñanza de la mecánica newtoniana, ChatGPT puede ser utilizado de diversas maneras para mejorar el proceso de aprendizaje.

En primer lugar, ChatGPT puede actuar como un tutor virtual disponible en todo momento, respondiendo a las preguntas de los estudiantes sobre temas complejos como la dinámica de sistemas de partículas, la conservación del momento lineal o las leyes de Newton. Este acceso continuo a una fuente de información personalizada permite que los estudiantes aclaren sus dudas de manera instantánea, sin tener que esperar a la próxima sesión de clase (Peñaherrera et al., 2022).

Además, ChatGPT puede ser utilizado para crear ejercicios interactivos que ayuden a los estudiantes a practicar la resolución de problemas. Por ejemplo, puede generar preguntas sobre el movimiento de proyectiles o sistemas de fuerzas, proporcionando explicaciones detalladas de los pasos necesarios para llegar a la solución correcta. Estas interacciones permiten que los estudiantes practiquen de manera activa, lo que refuerza su comprensión de los conceptos clave (Moreno, 2019).

Otra aplicación interesante de ChatGPT es la posibilidad de crear simulaciones verbales. Al describir un escenario hipotético y pedir al estudiante que prediga el comportamiento de un sistema físico basado en las leyes de la mecánica newtoniana, ChatGPT puede guiar al estudiante a través del proceso de razonamiento necesario para resolver el problema. Esto no solo mejora las habilidades de resolución de problemas, sino que también fomenta el pensamiento crítico y analítico, habilidades esenciales en la física.

2.4.3. COMPARACIÓN ENTRE ENSEÑANZA TRADICIONAL Y MEDIADA POR IA

La enseñanza tradicional de la mecánica newtoniana generalmente implica la exposición de los conceptos por parte del docente, la realización de experimentos demostrativos y la resolución de problemas a través de ejercicios guiados. Aunque estos métodos han sido efectivos durante mucho tiempo, presentan limitaciones en cuanto a la capacidad de personalización y el seguimiento detallado del progreso individual de cada estudiante. La enseñanza tradicional suele ser lineal y no siempre logra abordar las concepciones alternativas que los estudiantes traen consigo, lo que puede limitar su eficacia (Smith et al., 2009).

Por otro lado, la enseñanza mediada por IA ofrece varias ventajas que abordan algunas de las limitaciones del enfoque tradicional. En primer lugar, la IA permite un aprendizaje más personalizado, ajustando el contenido y los ejercicios según las necesidades específicas de cada estudiante. Esto es

particularmente útil en la enseñanza de la física, donde los estudiantes pueden tener diferentes niveles de comprensión y ritmo de aprendizaje (Chen et al., 2020). Al utilizar herramientas como ChatGPT, los estudiantes pueden recibir retroalimentación inmediata y ajustada a sus errores, lo que facilita un aprendizaje más eficiente.

Además, la IA ofrece un entorno de aprendizaje más interactivo. Mientras que la enseñanza tradicional se basa en la exposición de conceptos, la IA permite que los estudiantes participen activamente en su aprendizaje a través de simulaciones, preguntas dinámicas y tutoría personalizada. Este tipo de interacción mejora el compromiso de los estudiantes y facilita la comprensión de conceptos complejos mediante la experimentación práctica (Peñaherrera et al., 2022).

Sin embargo, también existen desafíos en la implementación de IA en la educación. Uno de ellos es la dependencia tecnológica: el uso de herramientas basadas en IA requiere acceso a dispositivos adecuados y una infraestructura tecnológica que no siempre está disponible en todas las instituciones educativas. Además, aunque la IA puede mejorar la enseñanza, no puede reemplazar completamente el papel del docente en la mediación de discusiones profundas, la motivación y la guía personal de los estudiantes.

2.4.4. RESULTADOS DE INVESTIGACIONES PREVIAS SOBRE LA EFICACIA DE LA IA EN LA ENSEÑANZA DE FÍSICA

Diversas investigaciones han explorado el impacto de la IA en la enseñanza de la física, con resultados prometedores. Un estudio realizado por Rosales y Sulaiman (2020) en estudiantes de secundaria encontró que el uso de módulos educativos apoyados por IA para la enseñanza de la mecánica clásica mejoró significativamente el rendimiento de los estudiantes en comparación con los métodos tradicionales. En particular, los estudiantes que utilizaron herramientas de IA mostraron una mayor comprensión de conceptos como la conservación de la energía y la dinámica de sistemas de partículas.

Otro estudio realizado por Moreno (2019) en el contexto universitario reveló que el uso de tutores inteligentes basados en IA aumentó la retención de conceptos fundamentales en mecánica newtoniana en estudiantes de primer año. Los estudiantes que utilizaron IA para practicar ejercicios complejos lograron un rendimiento significativamente superior en pruebas de comprensión conceptual en comparación con aquellos que recibieron solo instrucción tradicional.

Además, un estudio en China evaluó el uso de sistemas basados en IA para proporcionar retroalimentación personalizada a estudiantes de física. Los resultados indicaron que los estudiantes que interactuaron con IA durante sus estudios no solo mejoraron su comprensión de los conceptos, sino que también desarrollaron una mayor confianza en sus habilidades para resolver problemas complejos (Chen et al., 2020).

En Ecuador, Peñaherrera et al. (2022) exploraron el impacto de la IA en la enseñanza de la mecánica clásica en estudiantes universitarios. Los resultados indicaron que el uso de herramientas como ChatGPT y simulaciones interactivas facilitó un cambio conceptual significativo, ayudando a los estudiantes a superar concepciones alternativas persistentes y mejorando su rendimiento académico.

2.5. SITUACIÓN ACTUAL DEL USO DE IA EN AMÉRICA LATINA Y ECUADOR

La implementación de la inteligencia artificial (IA) en la educación ha avanzado de manera desigual en América Latina, con algunos países liderando proyectos innovadores mientras que otros están en etapas iniciales de exploración. A pesar de las limitaciones tecnológicas y las desigualdades de acceso, varios países han logrado integrar IA en programas educativos con resultados prometedores. Este apartado analizará el estado del arte del uso de IA en la educación en América Latina, presentando casos específicos de Brasil, Chile, Argentina y México, y examinará el contexto particular de Ecuador, destacando los desafíos y oportunidades para la implementación de IA en la enseñanza de las ciencias.

2.5.1. USO DE IA EN EDUCACIÓN EN AMÉRICA LATINA

En los últimos años, América Latina ha experimentado un creciente interés por la implementación de tecnologías basadas en inteligencia artificial en la educación. Este proceso ha sido impulsado por la necesidad de mejorar la calidad educativa y cerrar las brechas de aprendizaje en contextos de alta desigualdad socioeconómica. Sin embargo, el desarrollo de la IA en la región ha sido heterogéneo, con algunos países que han avanzado significativamente, mientras que otros apenas están comenzando a explorar su potencial.

Brasil y Chile son dos de los países más avanzados en la adopción de IA en educación. Brasil ha desarrollado iniciativas a nivel estatal y privado que integran sistemas de tutoría inteligente en las aulas, permitiendo a los estudiantes acceder a contenidos personalizados basados en su rendimiento (Gómez et al., 2020). Por su parte, Chile ha promovido la investigación en IA aplicada a la educación, desarrollando proyectos como plataformas de aprendizaje adaptativo que ajustan el contenido según las necesidades individuales de los estudiantes, lo que ha resultado en mejoras significativas en la comprensión de temas científicos (Rosales & Sulaiman, 2020).

Argentina y México, aunque están en fases más tempranas de implementación, han mostrado un interés creciente en el uso de IA para mejorar la enseñanza, especialmente en el ámbito de la educación superior. En estos países, la IA se está utilizando principalmente para apoyar la evaluación automática de tareas, la personalización de contenidos y la predicción del rendimiento académico de los estudiantes (Peñaherrera et al., 2022). Sin embargo, la falta de infraestructura tecnológica y la disparidad en el acceso a Internet limitan la implementación masiva de estas herramientas en las zonas rurales y menos favorecidas.

2.5.2. CASOS ESPECÍFICOS DE BRASIL, CHILE, ARGENTINA Y MÉXICO

En Brasil, la inteligencia artificial ha sido utilizada para mejorar la enseñanza en varios niveles educativos, con énfasis en la educación técnica y superior. Un ejemplo notable es el sistema de tutoría virtual desarrollado en la Universidad de São Paulo, que ofrece apoyo personalizado a los estudiantes en áreas como matemáticas y física. Este sistema utiliza algoritmos de IA para monitorear el progreso de los estudiantes y adaptar las tareas y actividades a su ritmo de aprendizaje, lo que ha generado un impacto positivo en la tasa de retención y el rendimiento académico (Gómez et al., 2020).

En Chile, uno de los avances más destacados ha sido el desarrollo de plataformas de aprendizaje adaptativo en colaboración con instituciones tecnológicas internacionales. Estas plataformas utilizan IA para ajustar automáticamente el contenido educativo según el nivel de comprensión del estudiante, lo que ha permitido mejorar los resultados en ciencias y matemáticas, áreas en las que tradicionalmente ha habido desafíos de aprendizaje. Además, Chile ha promovido el uso de simulaciones interactivas apoyadas por IA, lo que ha facilitado la enseñanza de conceptos abstractos en física y química (Rosales & Sulaiman, 2020).

Argentina ha comenzado a integrar la IA en la evaluación automática y en la personalización del aprendizaje, principalmente en instituciones de educación superior. En la Universidad de Buenos Aires, se han desarrollado sistemas de predicción del rendimiento académico que permiten a los docentes identificar a los estudiantes que necesitan apoyo adicional. Estos sistemas también proporcionan recomendaciones personalizadas para mejorar el aprendizaje (Peñaherrera et al., 2022). Aunque estos avances son prometedores, Argentina aún enfrenta desafíos relacionados con la disponibilidad de tecnología en las escuelas públicas y en áreas rurales.

En México, la adopción de IA en la educación ha estado impulsada por iniciativas gubernamentales y proyectos piloto en universidades. Un ejemplo es el uso de sistemas de recomendación de contenido educativo basado en IA en la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), donde los

estudiantes reciben sugerencias de material complementario según sus resultados en pruebas y ejercicios. Este enfoque ha mejorado la retención de conocimientos en áreas técnicas y científicas, aunque la implementación masiva de IA en la educación aún enfrenta barreras debido a la infraestructura limitada y a las diferencias de acceso entre regiones (Moreno, 2019).

2.5.3. CONTEXTO Y DESAFÍOS DEL USO DE IA EN ECUADOR

En Ecuador, el uso de la inteligencia artificial en la educación todavía está en una fase incipiente. Aunque existen esfuerzos aislados para integrar herramientas basadas en IA en instituciones de educación media (Castillo et al., 2024) y superior, como la Universidad de Guayaquil y la Escuela Politécnica Nacional, la falta de infraestructura tecnológica adecuada y de políticas educativas centradas en la IA han ralentizado su adopción a gran escala (Gómez et al., 2020). Además, las desigualdades en el acceso a Internet y a dispositivos tecnológicos en regiones rurales y entre diferentes niveles socioeconómicos representan un obstáculo significativo para la implementación de soluciones educativas basadas en IA.

Uno de los principales desafíos que enfrenta Ecuador es la falta de capacitación adecuada para los docentes en el uso de tecnologías de IA. A diferencia de países como Brasil y Chile, donde los programas de formación docente han incorporado el uso de herramientas tecnológicas, en Ecuador el desarrollo profesional de los educadores en esta área es limitado (Peñaherrera et al., 2022). Esto limita la capacidad de los docentes para integrar la IA de manera efectiva en sus prácticas pedagógicas, lo que reduce el impacto potencial de estas tecnologías en el aprendizaje.

Otro desafío importante es la limitada inversión pública en tecnología educativa. Aunque el gobierno ha reconocido la importancia de la transformación digital en el sistema educativo, los recursos asignados a la implementación de IA en las aulas han sido insuficientes para lograr un

cambio significativo. A menos que se realicen inversiones sostenidas en infraestructura y capacitación, Ecuador podría quedarse atrás en la adopción de IA en la educación.

2.5.4. OPORTUNIDADES PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE IA EN LA ENSEÑANZA DE CIENCIAS EN ECUADOR

A pesar de los desafíos, Ecuador presenta importantes oportunidades para la implementación de IA en la enseñanza de las ciencias. La creciente disponibilidad de herramientas de IA accesibles, como plataformas de código abierto y simulaciones virtuales, podría facilitar la integración de estas tecnologías en el aula sin necesidad de grandes inversiones en software propietario (Moreno, 2019). Además, el creciente interés en la transformación digital dentro del sistema educativo ecuatoriano podría actuar como un catalizador para la adopción de IA en áreas clave, como la enseñanza de la mecánica newtoniana y otras ramas de la ciencia.

El uso de IA en la enseñanza de ciencias en Ecuador tiene el potencial de abordar algunos de los desafíos más críticos en la educación científica, como la falta de recursos en laboratorios y la necesidad de enfoques más personalizados para los estudiantes que tienen dificultades para comprender conceptos abstractos. Herramientas como los tutores inteligentes y las simulaciones interactivas pueden proporcionar a los estudiantes una experiencia de aprendizaje más inmersiva y personalizada, lo que podría mejorar la comprensión y la retención de los conceptos científicos (Peñaherrera et al., 2022).

Finalmente, la colaboración con instituciones internacionales y la participación en proyectos globales de IA en educación ofrecen una vía prometedora para que Ecuador acelere su adopción de estas tecnologías. Las iniciativas regionales, como las que se están desarrollando en Brasil y Chile, pueden servir de modelo para que Ecuador adapte estrategias similares a su

propio contexto educativo, aprovechando los avances ya realizados en la región para superar las barreras locales.

2.6. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DEL ESTUDIO

El presente estudio se fundamenta en un marco teórico que integra diversos conceptos relacionados con la enseñanza de la física y la utilización de tecnologías emergentes, como la inteligencia artificial (IA), en el proceso educativo. Se exploran las concepciones alternativas y su relación con el aprendizaje conceptual, la teoría de campos conceptuales de Vergnaud aplicada a la enseñanza de la física, y el papel que la IA puede desempeñar en la superación de esas concepciones erróneas. Además, se examinan los modelos pedagógicos que sustentan la metodología del estudio, proporcionando una base sólida para la implementación de actividades mediadas por IA en la enseñanza de la mecánica newtoniana.

2.6.1. RELACIÓN ENTRE CONCEPCIONES ALTERNATIVAS Y EL APRENDIZAJE CONCEPTUAL

Las concepciones alternativas son ideas preconcebidas que los estudiantes tienen sobre ciertos fenómenos científicos y que, aunque erróneas, están profundamente arraigadas en su pensamiento. En la enseñanza de la física, estas concepciones son especialmente prevalentes en áreas como la mecánica newtoniana, donde los estudiantes tienden a formular explicaciones intuitivas basadas en su experiencia cotidiana (Flores-García et al., 2008). Estas ideas erróneas interfieren con el aprendizaje conceptual porque los estudiantes tienden a reinterpretar los nuevos conocimientos científicos a la luz de sus concepciones previas, lo que genera confusión y dificulta la comprensión profunda de los conceptos.

El aprendizaje conceptual, entendido como la construcción de conocimientos significativos y estructurados, se ve obstaculizado por la persistencia de estas concepciones alternativas. Según Chi (2005), el cambio conceptual es esencial para que los estudiantes puedan superar las ideas erróneas y

desarrollar una comprensión científica más precisa. Este proceso requiere la confrontación directa de las concepciones alternativas, lo que solo es posible mediante estrategias de enseñanza que fomenten la reflexión y el análisis crítico de las ideas previas.

2.6.2. LA TEORÍA DE CAMPOS CONCEPTUALES APLICADA AL APRENDIZAJE DE LA FÍSICA

La teoría de campos conceptuales, desarrollada por Gérard Vergnaud, ofrece un marco teórico valioso para comprender cómo los estudiantes adquieren y aplican conceptos científicos complejos. Según Vergnaud (1982), el aprendizaje de un concepto ocurre cuando los estudiantes interactúan con "situaciones", que son contextos problemáticos que requieren la aplicación de conocimientos previos. En el caso de la física, las situaciones pueden incluir problemas de dinámica, cinemática y conservación de la energía, que exigen la movilización de conocimientos conceptuales y operativos.

Esta teoría se aplica de manera efectiva en la enseñanza de la física, ya que permite que los estudiantes pongan en práctica lo aprendido a través de tareas que involucran conceptos en acto (la aplicación de conceptos teóricos a problemas concretos) y teoremas en acto (las reglas y principios que los estudiantes utilizan para resolver problemas). Al aplicar esta teoría en un entorno de enseñanza mediado por IA, los estudiantes pueden ser guiados para aplicar sus conocimientos de manera más estructurada y eficiente, facilitando el cambio conceptual necesario para superar las concepciones alternativas (Moreira, 2002).

2.6.3. EL PAPEL DE LA IA EN LA SUPERACIÓN DE CONCEPCIONES ALTERNATIVAS

La inteligencia artificial puede desempeñar un papel crucial en la superación de concepciones alternativas al proporcionar un entorno de aprendizaje personalizado y adaptativo. A través de herramientas como los tutores

inteligentes y las plataformas de aprendizaje adaptativo, la IA puede identificar las concepciones erróneas de los estudiantes y ofrecer retroalimentación inmediata y específica, orientada a corregir esos errores. Según Peñaherrera et al. (2022), la IA es capaz de detectar patrones en las respuestas de los estudiantes y ajustar las actividades de aprendizaje para abordar directamente las áreas de dificultad.

La IA también permite la simulación de experimentos y situaciones problemáticas en tiempo real, lo que facilita la confrontación de las concepciones alternativas. Por ejemplo, los estudiantes pueden observar simulaciones de fenómenos físicos como el movimiento de proyectiles o las colisiones, lo que les permite visualizar los errores en sus intuiciones y ajustarlas para alinearse con las explicaciones científicas correctas (Chen et al., 2020). Esta interacción constante con contenido personalizado y visual facilita un aprendizaje más profundo y reduce la persistencia de ideas erróneas.

2.6.4. MODELOS PEDAGÓGICOS Y SU RELACIÓN CON LA METODOLOGÍA DEL ESTUDIO

Los modelos pedagógicos que sustentan la metodología del estudio incluyen enfoques constructivistas y el aprendizaje basado en problemas (ABP), los cuales promueven la participación activa de los estudiantes en el proceso de aprendizaje. En este estudio, la metodología de enseñanza mediada por IA se basa en la personalización del aprendizaje y el refuerzo de la retroalimentación inmediata. Este enfoque constructivista se alinea con la teoría de campos conceptuales, ya que permite que los estudiantes participen en la resolución de problemas que implican la aplicación de conceptos en situaciones nuevas.

El uso de la IA en el contexto del aprendizaje basado en problemas facilita la creación de escenarios complejos que desafían las concepciones alternativas de los estudiantes, promoviendo el cambio conceptual. Además, la IA

complementa estos modelos pedagógicos al proporcionar un entorno de aprendizaje flexible y ajustable, que se adapta a las necesidades individuales de los estudiantes y les ofrece múltiples oportunidades para revisar y mejorar su comprensión (Moreno, 2019).

2.7. SÍNTESIS Y PERSPECTIVAS FUTURAS

Este apartado presenta un resumen de los conceptos clave discutidos en el marco teórico y metodológico del estudio, así como las implicaciones para la práctica educativa y las perspectivas futuras sobre el uso de la inteligencia artificial en la enseñanza de la física. Se busca sintetizar las contribuciones principales de la IA en el proceso de aprendizaje y plantear cómo estas tecnologías podrían transformar la enseñanza de la mecánica newtoniana en los próximos años.

2.7.1. RESUMEN DE LOS CONCEPTOS CLAVE DISCUTIDOS

A lo largo de este estudio, se han destacado varios conceptos fundamentales que sustentan la integración de la IA en la enseñanza de la física, particularmente en la mecánica newtoniana. Entre los más importantes están las concepciones alternativas y su impacto en el aprendizaje conceptual, la teoría de campos conceptuales de Vergnaud como una herramienta para estructurar el aprendizaje de conceptos científicos, y el papel de la IA como facilitador del cambio conceptual. La personalización del aprendizaje y la retroalimentación inmediata proporcionada por la IA han demostrado ser herramientas efectivas para abordar las dificultades persistentes que los estudiantes enfrentan en la comprensión de conceptos complejos.

2.7.2. IMPLICACIONES PARA LA PRÁCTICA EDUCATIVA

Las implicaciones para la práctica educativa de este estudio son significativas. En primer lugar, se destaca la necesidad de que los docentes incorporen tecnologías basadas en IA en sus metodologías de enseñanza, especialmente

en áreas de la ciencia donde las concepciones alternativas son comunes. Al integrar la IA en el aula, los docentes pueden personalizar el aprendizaje para cada estudiante, lo que permite una enseñanza más eficiente y dirigida. Además, la retroalimentación inmediata proporcionada por las herramientas de IA no solo mejora el rendimiento académico, sino que también fomenta la autogestión del aprendizaje entre los estudiantes (Peñaherrera et al., 2022).

La IA también facilita la enseñanza de conceptos abstractos mediante simulaciones y representaciones visuales, lo que puede ayudar a los estudiantes a superar las barreras cognitivas asociadas con la física. Sin embargo, es fundamental que los docentes reciban formación adecuada para utilizar estas herramientas de manera efectiva, asegurando que la tecnología complemente el proceso de enseñanza y no lo reemplace.

2.7.3. PERSPECTIVAS FUTURAS SOBRE EL USO DE IA EN LA ENSEÑANZA DE FÍSICA

El uso de la inteligencia artificial en la enseñanza de la física tiene un futuro prometedor. A medida que las tecnologías de IA continúan evolucionando, se espera que herramientas como los tutores inteligentes y las simulaciones interactivas se vuelvan más accesibles y sofisticadas, permitiendo una mayor personalización y eficacia en la enseñanza. En el futuro, se podrían desarrollar sistemas de IA que no solo detecten concepciones alternativas, sino que también ofrezcan explicaciones dinámicas y adaptativas que varíen según el estilo de aprendizaje de cada estudiante (Moreira, 2002).

Además, la expansión de la IA en la educación podría facilitar la enseñanza de la física en contextos remotos o con recursos limitados, proporcionando a los estudiantes acceso a un aprendizaje de calidad sin importar su ubicación geográfica. En este sentido, la IA tiene el potencial de reducir las desigualdades educativas y democratizar el acceso al conocimiento científico en todo el mundo (Gairín & Alguacil, 2024).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

En esta sección se describe detalladamente la metodología empleada en el estudio, incluyendo el diseño de la investigación, los participantes, los materiales utilizados y el procedimiento llevado a cabo. Se presenta información sobre los sujetos de estudio. Además, se detalla el lugar en el que se realizó la intervención, las herramientas y recursos empleados para la recolección de datos, así como las pruebas aplicadas antes y después de la intervención para evaluar los efectos del experimento.

3.1. METODOLOGÍA APLICADA

La presente investigación es de tipo cuantitativa, cuasi-experimental. En la que se dividió a la población en estudio en un grupo experimental y uno de control. Al existir dos paralelos en la mañana y dos en la noche, se realizó la intervención en las dos jornadas, teniendo un grupo de control y uno experimental en cada turno.

Antes de realizar la intervención, se aplicó una encuesta para identificar las características sociodemográficas de los estudiantes para complementar el análisis con los resultados de los test de entrada y salida.

Al inicio de la intervención, se aplicó un test de entrada, el cual está enfocado en detectar las concepciones alternativas que poseen los estudiantes que participarán en el estudio en el capítulo de mecánica clásica. Se utilizaron preguntas estandarizadas de tipo opción múltiple del Inventario sobre el Concepto de Fuerza, el cual cubre el contenido que se estudia durante la materia de Mecánica Clásica: cinemática, leyes de Newton, tipos de fuerza, entre otros (Hestenes et al., 1992).

La recolección de datos, se realizó durante dos semestres consecutivos, teniendo una variación en el diseño de la experimentación, en la parte del grupo de control.

3.1.1. INTERVENCIÓN DURANTE EL PRIMER SEMESTRE (MAYO-AGOSTO 2024)

Como se indicó, en cada turno (mañana y noche) se trabajó con un grupo control y uno experimental. Durante este semestre, la intervención se enfocó en los dos grupos, en el experimental y el de control. En el caso del grupo de control, los estudiantes fueron sometidos a preguntas de retroalimentación durante las clases usando instrucción por pares.

Para el grupo experimental, los estudiantes trabajaron las mismas preguntas durante sus clases, pero interactuando con la página web ChatGPT en lugar de un par académico real.

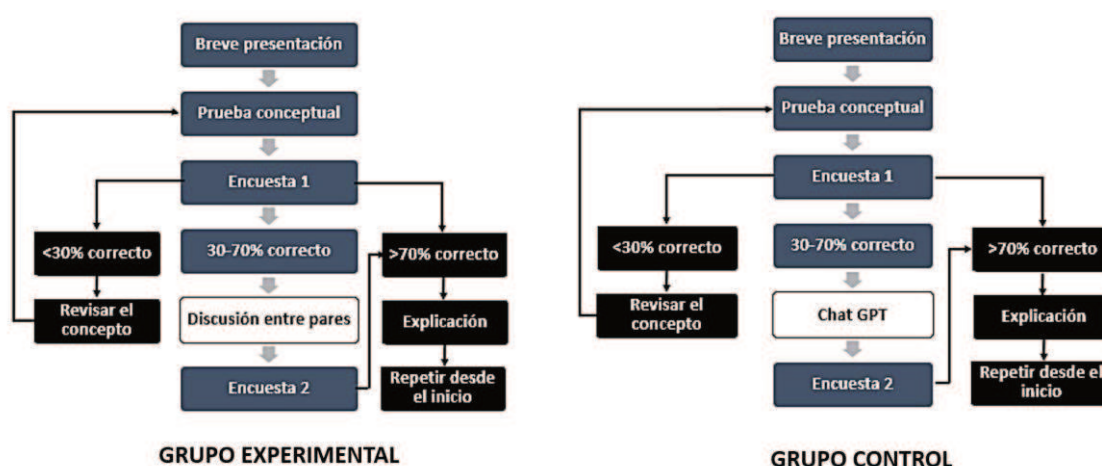


Figura 1. Esquema de la intervención del primer semestre (Fuente: modificada de Mazur, E. (2012) Confessions of a converted lecturer (Conferencia). Universidad de Lausanna, Suiza)

3.1.2. INTERVENCIÓN DURANTE EL SEGUNDO SEMESTRE (OCTUBRE 2024-FEBRERO 2025)

Durante esta intervención no se realizó ninguna variación en la metodología de enseñanza que el docente asignado siguió durante el desarrollo de la materia en los grupos de control.

En los grupos experimentales se aplicó la secuencia didáctica diseñada, mediante la cual los estudiantes deberán realizar actividades en las que tendrán que interactuar con la página web ChatGPT, como refuerzo

académico adicional. Existió un docente en la mañana y otro en la noche, cada uno con dos paralelos asignados. A cada docente se le solicitó que aplique la secuencia didáctica mencionada sólo en el grupo experimental.

Tabla 1. Esquema de las intervenciones

Semestre	Turno	Grupo	Intervención
Primero	Mañana	Control	Par académico
		Experimental	IA
	Noche	Control	Par académico
		Experimental	IA
Segundo	Mañana	Control	Ninguna
		Experimental	IA
	Noche	Control	Ninguna
		Experimental	IA

De esta forma se comparó tanto la influencia de la página web en el aprendizaje conceptual de la materia, y el aprendizaje “colaborativo” real y simulado.

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

La población de este estudio la componen los estudiantes de pregrado de las carreras de Licenciatura en Pedagogía de la Matemática y la Física de las diferentes universidades ecuatorianas. En Ecuador, se estima que la cantidad de estudiantes en esa carrera, en las diferentes universidades del país, es alrededor de 1200. En este sentido, se realizó un muestreo por conveniencia con estudiantes de la Universidad de Guayaquil. Durante el primer y segundo semestre de la intervención, se contó con 134 y 113 estudiantes respectivamente.

3.3. INSTRUMENTOS

Para medir el nivel conceptual de los estudiantes, se utilizaron preguntas conceptuales que evalúan contenidos sobre mecánica clásica, como las que aparecen en el Force Concept Inventory (Hestenes et al., 1992), en idioma español. Con este tipo de preguntas se realizaron los test de entrada y salida.

Para realizar la intervención, se utilizó la página web ChatGPT (<https://chat.openai.com/>), y se desarrollaron actividades guiadas para aplicar a los estudiantes del grupo experimental.

Se aplicó un cuestionario para la encuesta, en el que se recolectaron datos acerca del nivel sociodemográfico de los estudiantes, como se muestra en la parte de Anexos (pág. 78).

3.4. TÉCNICAS DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para el análisis de los datos se empleó una combinación de técnicas estadísticas descriptivas e inferenciales, seleccionadas en función del tipo de variables y del tamaño muestral. Inicialmente se calcularon frecuencias, porcentajes, medias y desviaciones estándar con el fin de caracterizar el perfil sociodemográfico de los participantes. Posteriormente, se verificó el supuesto de normalidad mediante la prueba de Shapiro–Wilk, dado que se trataba de grupos pequeños o moderados ($n < 50$), lo cual determinó la elección de pruebas no paramétricas para el análisis inferencial. Con el propósito de comparar tres o más grupos independientes, se utilizó la prueba de Kruskal–Wallis, mientras que para la comparación de medidas relacionadas (pretest y posttest dentro de cada grupo) se aplicó la prueba de rangos con signo de Wilcoxon. Además, se calculó la correlación de Spearman para examinar relaciones monótonas entre variables ordinales y discretas, complementándose con la prueba de independencia Chi–cuadrado para explorar asociaciones entre variables categóricas nominales. Finalmente, en aquellos casos en que se identificaron diferencias globales significativas entre grupos, se aplicó la prueba U de Mann–Whitney como análisis post hoc para realizar comparaciones por pares. Todas las pruebas se interpretaron bajo un nivel de significancia del 5% ($p < 0.05$), lo que permitió garantizar un análisis estadístico riguroso y coherente con el diseño cuasi–experimental planteado.

4. RESULTADOS

La intervención llevada a cabo durante el primer semestre (mayo-agosto 2024) se realizó en dos turnos distintos, mañana y noche, con un grupo control y uno experimental en cada turno. Para el grupo control, se empleó la instrucción por pares tradicional, en la que los estudiantes trabajaron en actividades diseñadas para fomentar el aprendizaje colaborativo con un compañero académico. En contraste, el grupo experimental realizó las mismas actividades de la secuencia didáctica, pero interactuando con ChatGPT como sustituto del par académico humano. En el segundo semestre (octubre 2024-febrero 2025), los grupos control continuaron con la metodología de enseñanza habitual del docente, mientras que los grupos experimentales emplearon ChatGPT como refuerzo académico adicional, manteniendo una estructura paralela en ambos turnos. A continuación, se presentan los resultados obtenidos en ambas fases de la intervención.

4.1. RESULTADOS DE LA ENCUESTA DURANTE EL PRIMER SEMESTRE

Al inicio de la intervención, se proporcionó un formulario donde los estudiantes llenaban el consentimiento informado, junto con una encuesta de datos sociodemográficos. Los resultados de la encuesta sociodemográfica fueron los siguientes:

La encuesta fue aplicada a una población de 134 estudiantes matriculados en la carrera de Licenciatura en Pedagogía de la Física en la Universidad de Guayaquil. Esta muestra corresponde a participantes que voluntariamente aceptaron formar parte de una intervención educativa vinculada al uso de inteligencia artificial como apoyo en la enseñanza de conceptos de mecánica clásica. Se aplicó el instrumento que permitió recolectar información sociodemográfica relevante para comprender el contexto de aprendizaje y analizar posibles relaciones entre variables individuales y estructurales.

En cuanto a la edad, los participantes tienen un rango comprendido entre 17 y 27 años, con una edad promedio de 19,7 años. Desde una perspectiva de género, se observó una distribución perfectamente equilibrada: el 50% de la población se

identificó como hombre ($n = 67$) y el 50% como mujer ($n = 67$). Con relación a la jornada académica, el 53,7% ($n = 72$) indicó estar inscrito en la jornada matutina, mientras que el 46,3% ($n = 62$) pertenece a la jornada nocturna. Esta variable resulta especialmente relevante para el análisis de correlaciones con la situación laboral de los estudiantes.

En términos de antecedentes educativos, una abrumadora mayoría del 97,8% ($n = 131$) obtuvo su título de bachiller en instituciones públicas, mientras que solo el 2,2% ($n = 3$) provino de centros privados. Al considerar la localización de la institución de bachillerato, el 50% de los estudiantes indicó que su centro educativo estaba ubicado dentro de la ciudad de Guayaquil. Esta misma proporción se repitió en el lugar de residencia actual: el 50% reside dentro de Guayaquil y el otro 50% fuera de la ciudad. Estos datos reflejan un equilibrio interesante entre estudiantes locales y foráneos, lo que puede tener implicaciones en cuanto al acceso a recursos tecnológicos y condiciones socioeconómicas.

Respecto al estado civil, el 96,3% ($n = 129$) de los participantes se identificó como soltero(a), mientras que el 3,7% ($n = 5$) declaró estar casado(a) o en unión libre. En relación con la paternidad o maternidad, el 92,5% ($n = 124$) no tiene hijos, en tanto que el 7,5% ($n = 10$) sí indicó tener al menos un hijo. Estos porcentajes son consistentes con el grupo etario analizado, mayoritariamente joven y sin cargas familiares.

El nivel educativo de los padres también fue considerado en este estudio. En cuanto a los padres, el 35,8% ($n = 48$) alcanzó un título de tercer nivel, mientras que un 23,1% ($n = 31$) culminó la secundaria. Un 19,4% ($n = 26$) de los padres tiene solo formación primaria, y un 16,4% ($n = 22$) llegó hasta el cuarto nivel. Para las madres, el 38,8% ($n = 52$) tiene formación de tercer nivel, el 29,9% ($n = 40$) alcanzó la secundaria, el 18,7% ($n = 25$) la primaria, y el 9% ($n = 12$) llegó al cuarto nivel. Estos datos evidencian un nivel educativo medio en el núcleo familiar, con ligera superioridad en la formación académica de las madres respecto a los padres.

En cuanto al autodiagnóstico de la situación económica, el 48,5% ($n = 65$) de los estudiantes se identificó con la clase media-baja, el 44% ($n = 59$) con la clase media,

el 6% (n = 8) con la clase baja y apenas el 1,5% (n = 2) con la clase alta. Este perfil refleja una concentración de estudiantes en condiciones económicas modestas. En términos laborales, el 73,9% (n = 99) de los estudiantes indicó que no se encuentra trabajando actualmente. Un 20,1% (n = 27) trabaja a medio tiempo, mientras que el 6% (n = 8) tiene empleo a tiempo completo. Estas cifras permiten vincular la situación ocupacional con otras variables como el tipo de jornada académica, como se detalla en el análisis de correlaciones.

Desde el punto de vista tecnológico, el acceso a internet es prácticamente universal: el 98,5% (n = 132) cuenta con conexión wifi en el hogar. En cuanto al dispositivo utilizado para fines académicos, el 55,2% (n = 74) emplea una computadora portátil (laptop), el 32,1% (n = 43) un teléfono inteligente, el 9,7% (n = 13) una computadora de escritorio y el 3% (n = 4) una tablet. Esta información es útil para valorar el entorno tecnológico en el que se desarrolló la intervención educativa con herramientas digitales.

En lo que respecta al análisis de correlaciones, se aplicaron dos enfoques complementarios en función del tipo de variables involucradas. Para las variables ordinales y cuantitativas discretas se utilizó el coeficiente de correlación de Spearman, el cual permite detectar asociaciones monótonas sin requerir normalidad ni linealidad. Para las variables categóricas nominales, por otro lado, se aplicó la prueba de independencia Chi-cuadrado, que permite identificar relaciones estadísticamente significativas entre variables categóricas sin orden.

La matriz de Spearman incluyó tres variables ordinales: nivel educativo del padre, nivel educativo de la madre y situación socioeconómica percibida. La correlación más fuerte observada fue entre edad y número de hijos, con un coeficiente de $\rho = 0,59$. Este valor indica una relación moderadamente fuerte y positiva: a mayor edad, es más probable que los estudiantes tengan hijos, lo cual es coherente con la progresión natural de responsabilidades en la vida adulta. Esta relación también puede influir indirectamente en otros aspectos, como la elección de jornada académica o el acceso a oportunidades laborales.

Otra correlación relevante fue la existente entre el nivel educativo del padre y de la madre ($p = 0,32$), lo que sugiere que dentro de las familias existe una tendencia a mantener una cierta simetría o correspondencia en el nivel de formación de ambos progenitores. Esta relación, aunque moderada, respalda la idea de un entorno familiar que comparte valores similares en torno a la educación.

En cambio, las correlaciones entre la situación económica percibida y los niveles educativos de los padres fueron bajas, oscilando entre $p = -0,07$ y $p = -0,08$. Esta débil asociación puede deberse a la naturaleza subjetiva de la autoevaluación socioeconómica o a la existencia de factores externos que condicionan la percepción del estatus social más allá de la formación académica parental.

De forma similar, la edad del estudiante no mostró correlaciones fuertes con la educación de los padres ni con la situación económica, lo cual indica que las trayectorias educativas familiares no necesariamente determinan la edad de ingreso o permanencia en la carrera universitaria. Este hallazgo resulta relevante si se considera que la muestra incluye estudiantes no tradicionales, algunos con responsabilidades familiares y laborales.

Por otro lado, se aplicaron pruebas de independencia Chi-cuadrado para explorar asociaciones entre variables nominales, tales como género, jornada, tipo de institución, situación laboral e infraestructura tecnológica. De los seis pares de variables analizados, dos mostraron asociaciones estadísticamente significativas ($p < 0,05$).

La primera fue entre género y situación laboral ($\chi^2 = 27,03$; $p = 0,0076$), lo que indica que hombres y mujeres presentan diferencias significativas en su inserción laboral. Este hallazgo podría estar vinculado con desigualdades estructurales del mercado de trabajo o con decisiones individuales sobre carga académica y responsabilidades familiares. La segunda asociación significativa se identificó entre jornada académica y situación laboral ($\chi^2 = 25,10$; $p = 0,0003$), lo cual confirma una hipótesis común: los estudiantes de jornada nocturna tienden a estar más integrados en el ámbito laboral, posiblemente por la flexibilidad que les ofrece ese régimen.

En contraste, no se observaron asociaciones significativas entre género y jornada ($p = 0,0979$), ni entre género y tipo de institución de bachillerato ($p = 0,7015$), lo que sugiere una distribución relativamente equitativa en términos de elección académica y origen educativo. Tampoco se encontraron relaciones significativas entre el tipo de dispositivo usado para acceder a internet y variables como el género o la disponibilidad de internet en casa, lo cual podría explicarse por la alta penetración de conectividad en esta muestra.

4.2. RESULTADOS DE LA INTERVENCIÓN DEL PRIMER SEMESTRE

Para evaluar el efecto de la instrucción por pares mediada por inteligencia artificial, se aplicaron dos instrumentos de evaluación: un test diagnóstico inicial (pretest) y un test de salida (postest), diseñados para medir el nivel de conocimiento conceptual en temas de mecánica clásica. La intervención se implementó en dos fases sucesivas, y la muestra estuvo distribuida en cuatro paralelos: PM1 (experimental matutino), PN1 (experimental nocturno), PM2 (control matutino) y PN2 (control nocturno). Cada grupo fue evaluado antes y después de las respectivas intervenciones. En la siguiente figura se presentan los puntajes promedio obtenidos en las pruebas de entrada y salida en ambas fases, lo cual permite observar comparativamente la evolución del rendimiento académico entre los grupos experimentales y de control.

Previo al análisis comparativo, se aplicó la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk a los resultados de cada uno de los grupos, tanto en el pretest como en el postest. Esta prueba es especialmente recomendada para muestras pequeñas o moderadas ($n < 50$), condición que se cumple en todos los subconjuntos analizados. Los resultados mostraron que, salvo el grupo PN1 en el test de entrada (valor $p = 0.1639$), todas las demás distribuciones presentaron valores p inferiores a 0.05, lo que indica una desviación significativa de la normalidad. Por tanto, se descartó el uso de pruebas paramétricas como el ANOVA o la t de Student, optando por enfoques no paramétricos más robustos para datos de este tipo.

El primer análisis consistió en determinar si existían diferencias iniciales entre los grupos en el pretest, lo cual es fundamental para establecer condiciones de equidad en estudios cuasi-experimentales. Para ello, se empleó la prueba de Kruskal-Wallis, que permite comparar tres o más muestras independientes sin asumir normalidad. Los resultados fueron concluyentes: el estadístico H fue 0.8454 con un valor p de 0.8386, lo que indica que no existieron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos en el test de entrada. Esta homogeneidad inicial valida la comparación posterior de los efectos de la intervención.

Posteriormente, se procedió a evaluar el impacto de la intervención dentro de cada grupo mediante la prueba de Wilcoxon de rangos con signo, una prueba no paramétrica para muestras relacionadas. Esta comparación entre el test de entrada y de salida por grupo reveló mejoras estadísticamente significativas en los cuatro grupos. En todos los casos, el valor p fue menor a 0.0001 y el estadístico W igual a 0.001, lo que indica una mejora sistemática y generalizada. Es decir, tanto los estudiantes que formaron parte de los grupos experimentales (con uso de inteligencia artificial) como aquellos en los grupos de control (con enseñanza tradicional) mejoraron significativamente sus resultados tras el proceso formativo.

Sin embargo, la existencia de mejoras internas en todos los grupos no implica necesariamente que dichas mejoras sean equivalentes. Por ello, se calculó la diferencia individual entre los puntajes de salida y entrada para cada estudiante, generando una nueva variable: la mejora obtenida. A partir de estas nuevas variables se aplicó nuevamente la prueba de Kruskal-Wallis para determinar si la magnitud de la mejora difería entre los grupos. Este análisis es crucial para identificar si la intervención basada en inteligencia artificial tuvo un impacto más fuerte que la enseñanza tradicional.

Los resultados mostraron un estadístico H de 1.517 y un valor p de 0.6784, indicando que no existen diferencias estadísticamente significativas entre las mejoras de los cuatro grupos. En otras palabras, aunque todos los grupos mejoraron, ninguno lo hizo de forma significativamente superior a los demás. Esto sugiere que, al menos en esta fase de la intervención, el uso de herramientas de

inteligencia artificial en la instrucción por pares no generó un efecto diferencial en el rendimiento de los participantes.

4.3. RESULTADOS DE LA ENCUESTA DURANTE EL SEGUNDO SEMESTRE

La presente sección expone los resultados del análisis descriptivo y correlacional de las variables sociodemográficas recogidas mediante encuesta a los estudiantes de primer año de la carrera de Licenciatura en Pedagogía de la Física durante el semestre comprendido desde octubre 2024 hasta febrero 2025.

La muestra total estuvo compuesta por 113 estudiantes, con una distribución casi equitativa entre las jornadas matutina (55%) y nocturna (45%). En cuanto a la edad, se evidenció una notable diversidad etaria, con un rango entre los 18 y 69 años, una media de 26,3 años, y una desviación estándar de 9,2 años. Este dato refleja la presencia de estudiantes jóvenes, así como de estudiantes adultos que están retomando o continuando sus estudios universitarios en etapas más avanzadas de la vida. El análisis por género mostró que el 50% de los estudiantes se identificaron como mujeres, el 49% como hombres y un 1% como otros géneros, lo que indica una representación inclusiva y equitativa en términos de identidad de género.

Respecto a los antecedentes educativos, el 81% de los estudiantes obtuvo el título de bachiller en instituciones públicas, el 15% en instituciones privadas y el 4% en fiscomisionales. Además, el 74% indicó que su institución de bachillerato se encontraba dentro de la ciudad de Guayaquil, mientras que el 26% provenía de instituciones ubicadas en otras localidades. En concordancia con estos datos, el 77% reside actualmente en la ciudad de Guayaquil, y el 23% en otras zonas del país, reflejando un perfil predominantemente urbano pero con elementos de diversidad territorial.

En cuanto al estado civil, la mayoría de los estudiantes (78%) se identificó como soltero(a), mientras que el 19% declaró estar casado(a), en unión libre o unión legal. También se reportaron algunos casos de estudiantes divorciados (3%) y viudos (1%). En relación con la maternidad y paternidad, el 70% de los encuestados

manifestó no tener hijos, mientras que el 30% indicó tener uno o más. Este dato, en conjunto con la amplia franja etaria, sugiere la coexistencia de estudiantes con responsabilidades familiares significativas, lo cual puede incidir en su disponibilidad de tiempo, nivel de concentración y aprovechamiento académico.

El análisis del nivel educativo de los padres mostró que en su mayoría los progenitores no alcanzaron estudios universitarios. En el caso del padre, el 40% culminó la secundaria, el 29% solo alcanzó la primaria, y un 12% accedió a estudios de tercer nivel. Un 6% declaró que el padre no tuvo escolaridad y un 7% manifestó desconocer su nivel de estudios. En cuanto a la madre, el 38% llegó hasta secundaria, el 30% cursó primaria, y el 13% alcanzó tercer nivel. El porcentaje que manifestó desconocimiento fue del 8%, y un 4% indicó que su madre no recibió escolarización formal. Estos datos reflejan un entorno familiar predominantemente de clase media baja, con un acceso limitado a educación superior por parte de los padres.

Esta percepción se ratifica en la autovaloración del nivel socioeconómico: el 54% se identificó con la clase media-baja, el 35% con la clase media, un 9% se ubicó dentro de la pobreza, y solo un 2% se consideró parte de la clase media-alta. En términos laborales, el 52% manifestó no tener empleo en el momento de responder la encuesta, mientras que un 16% declaró trabajar a tiempo completo, un 10% a medio tiempo, un 8% a tiempo parcial, un 7% en empleo informal, y un 5% como emprendedores. Solo el 2% reportó trabajar bajo contrato con emisión de facturas. Estos datos muestran que una parte importante de los estudiantes combina sus estudios con actividades económicas, en muchos casos precarias, lo que puede afectar su rendimiento académico.

Desde el punto de vista tecnológico, el 96% de los estudiantes manifestó contar con servicio de internet en el hogar, mientras que el 4% no tiene acceso. En cuanto al dispositivo más utilizado para fines académicos, el 49% emplea una computadora portátil, el 30% un teléfono inteligente, el 19% una computadora de escritorio y el 3% una tablet. Esta información permite concluir que la mayoría tiene acceso a conectividad y equipos adecuados para participar en entornos de

aprendizaje mediados por tecnología, aunque existen desigualdades importantes en la calidad y tipo de dispositivo utilizado.

Posteriormente, se procedió a aplicar un análisis correlacional, seleccionando el tipo de prueba en función del tipo de variable. Se utilizó el coeficiente de Spearman para las variables ordinales o cuantitativas discretas (edad, número de hijos, nivel educativo de los padres, y situación socioeconómica) y la prueba de independencia de Chi-cuadrado para las variables categóricas nominales (género, jornada, estado civil, tipo de institución, entre otras).

En la matriz de Spearman, se observó una correlación moderada entre edad y número de hijos ($p = 0.63$), lo que indica que los estudiantes de mayor edad tienden a tener responsabilidades familiares. También se detectó una correlación positiva entre el nivel educativo del padre y de la madre ($p = 0.44$), lo que sugiere cierta simetría educativa en el entorno familiar. Por el contrario, la percepción de clase social mostró correlaciones débiles y negativas con la educación de los padres, especialmente con la madre ($p = -0.21$), lo que puede indicar que la percepción de situación económica está influenciada por otros factores, como los ingresos actuales o las condiciones materiales del hogar.

En cuanto al análisis de las variables categóricas, la prueba de Chi-cuadrado se aplicó entre todas las combinaciones posibles de variables nominales. De estas, solo una relación mostró una asociación estadísticamente significativa: la existente entre género y jornada de estudios (valor $p = 0.0268$). Este hallazgo sugiere que existe una relación entre el género de los estudiantes y el turno en el que cursan sus estudios, lo cual podría estar vinculado a factores sociales, familiares o laborales. Las demás combinaciones, incluyendo género con estado civil, tipo de institución o dispositivo usado, no presentaron asociaciones significativas.

4.4. RESULTADOS DE LA INTERVENCIÓN DEL SEGUNDO SEMESTRE

El análisis inferencial de los resultados se inició con la verificación del supuesto de normalidad. Se aplicó la prueba de Shapiro-Wilk a los resultados del test de entrada y salida en los cuatro grupos (PM1: experimental mañana, PM2: control mañana, PN1: experimental noche, PN2: control noche). Los resultados revelaron que solo uno de los grupos (PN2_E) cumplió con el supuesto de distribución normal (valor $p > 0.05$). En consecuencia, se descartaron las pruebas paramétricas, y se optó por aplicar pruebas no paramétricas como Kruskal-Wallis, Wilcoxon y Mann-Whitney U, que no requieren el cumplimiento de normalidad y son apropiadas para el tipo de datos observados.

En primer lugar, se verificó si existían diferencias significativas entre los cuatro grupos en el test de entrada. Para ello se utilizó la prueba de Kruskal-Wallis, cuyo resultado ($H = 4.2878$, $p = 0.232$) indicó que no había diferencias estadísticamente significativas al inicio de la intervención. Este hallazgo es fundamental para sustentar la validez interna del estudio, ya que confirma que los grupos partieron desde niveles equivalentes de conocimiento.

Posteriormente, se procedió a analizar si existían mejoras significativas dentro de cada grupo, comparando los resultados del test de entrada con los del test de salida. Para ello, se aplicó la prueba de Wilcoxon para muestras relacionadas, adecuada para detectar cambios dentro de un mismo grupo sin asumir normalidad. En todos los grupos, los resultados indicaron una mejora estadísticamente significativa. Específicamente, los cuatro grupos (PM1, PM2, PN1, PN2) presentaron valores p menores a 0.0001 en sus respectivas pruebas, lo cual evidencia que todos los estudiantes mejoraron su desempeño al finalizar el proceso educativo, independientemente de si pertenecían a un grupo experimental o de control.

Una vez comprobada la mejora interna, se calculó la diferencia entre los puntajes de salida y entrada para cada estudiante, generando una nueva variable: mejora individual. Esta variable permitió comparar la magnitud del cambio entre los grupos. Nuevamente se empleó la prueba de Kruskal-Wallis para detectar diferencias globales en las mejoras, resultando en un estadístico $H = 8.1829$ con un

valor $p = 0.0424$, lo cual indica una diferencia significativa entre al menos dos de los grupos en cuanto al grado de mejora obtenida.

Para identificar específicamente entre qué grupos se presentaban estas diferencias, se aplicó un análisis post hoc utilizando la prueba de Mann–Whitney U por pares. Esta prueba comparó todas las combinaciones posibles entre los cuatro grupos (6 pares en total). Los resultados mostraron que:

- PN2 (control nocturno) mejoró significativamente más que PM2 (control matutino), con un valor $p = 0.0229$.
- También se evidenció que PN2 mejoró significativamente más que PN1 (experimental nocturno), con un valor $p = 0.0457$.

Las demás comparaciones no mostraron diferencias significativas, aunque la comparación entre PM1 y PN2 ($p = 0.0883$) presentó una tendencia marginal, lo que sugiere una posible diferencia no concluyente bajo el umbral clásico de significancia ($p < 0.05$).

Este resultado resulta interesante, ya que pone de relieve que el grupo que más mejoró fue precisamente un grupo de control (PN2), lo cual desafía la expectativa inicial de que la intervención basada en inteligencia artificial produciría una mejora más notoria en los grupos experimentales. De hecho, el grupo experimental nocturno (PN1) fue el que mostró la mejoría más baja, mientras que su par de control (PN2) fue el que más mejoró.

4.5. GRÁFICOS COMPARATIVOS ENTRE SEMESTRES

A continuación, se presentan gráficos comparativos que muestran estas condiciones y sus variaciones entre el primer y segundo semestre.

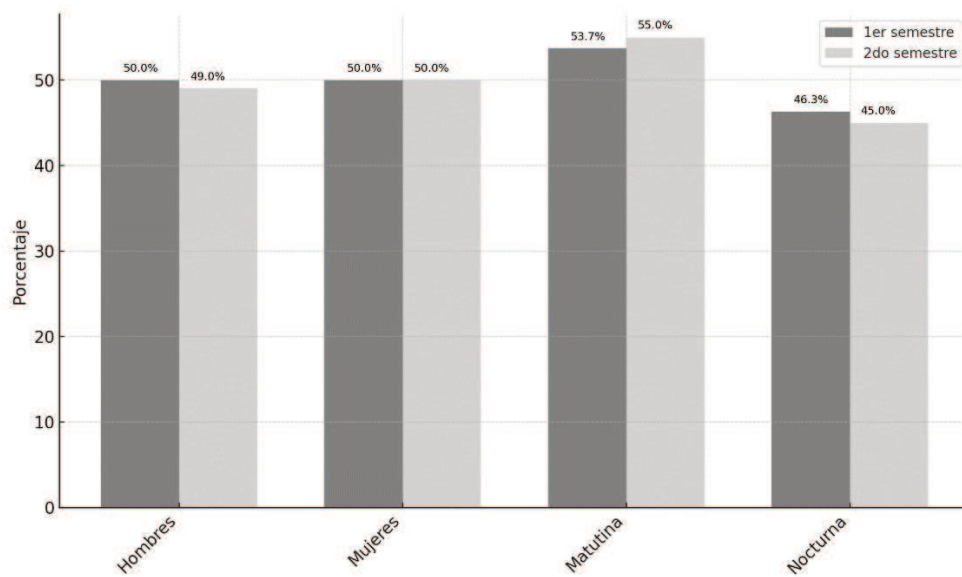


Figura 2. Comparación por género y jornada entre el primer y segundo semestre

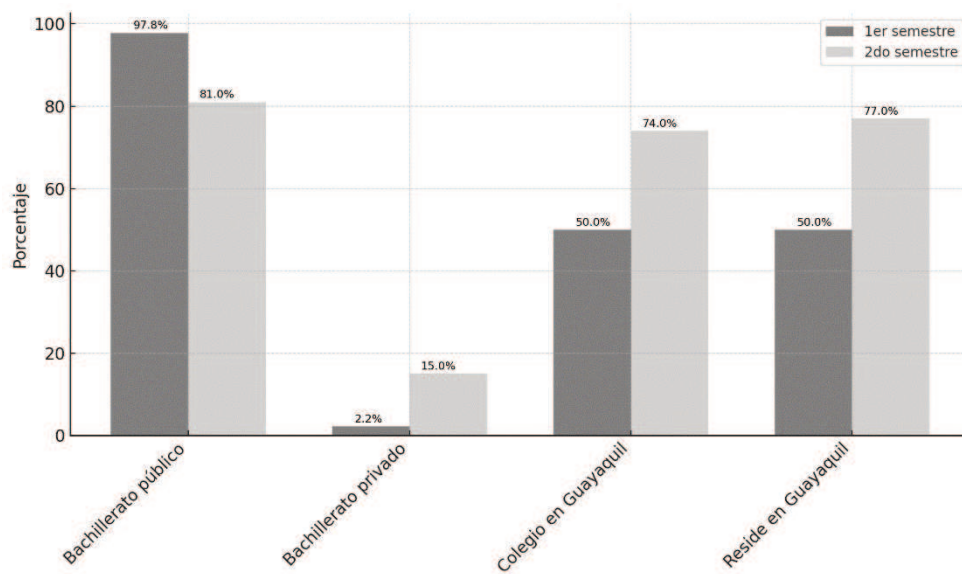


Figura 3. Comparación de la formación educativa y localización geográfica de los estudiantes en ambos semestres

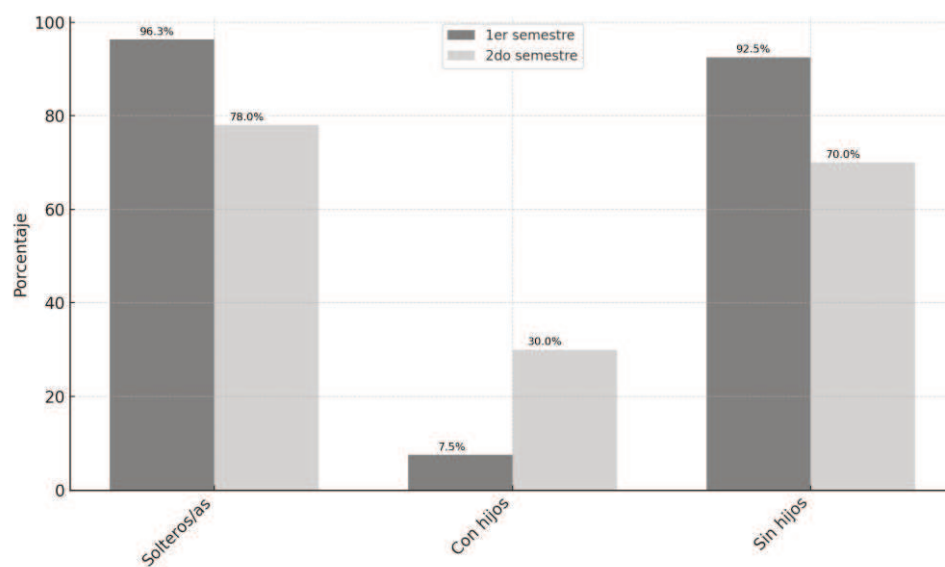


Figura 4. Estado civil y presencia de hijos en ambos semestres

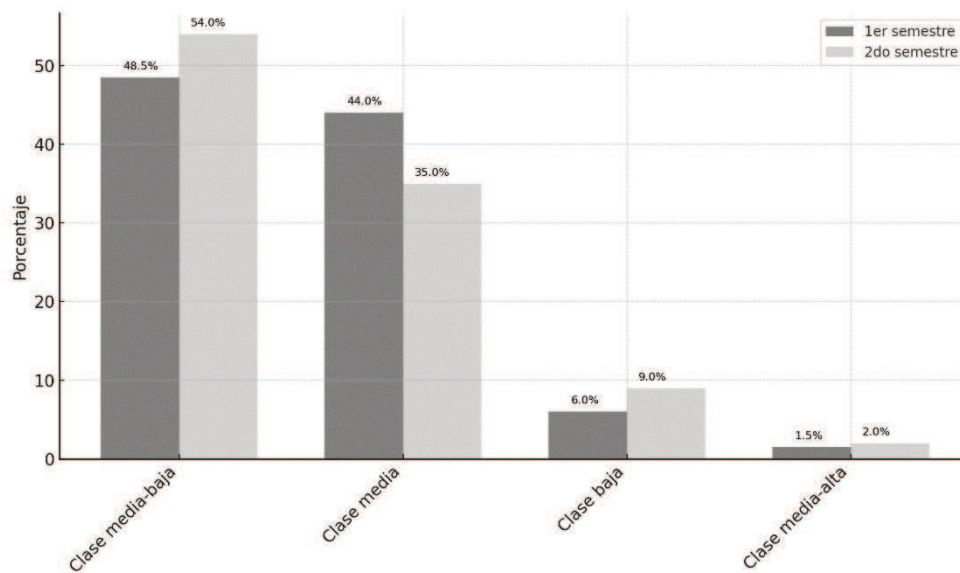


Figura 5. Comparación del nivel socioeconómico de los estudiantes en ambos semestres

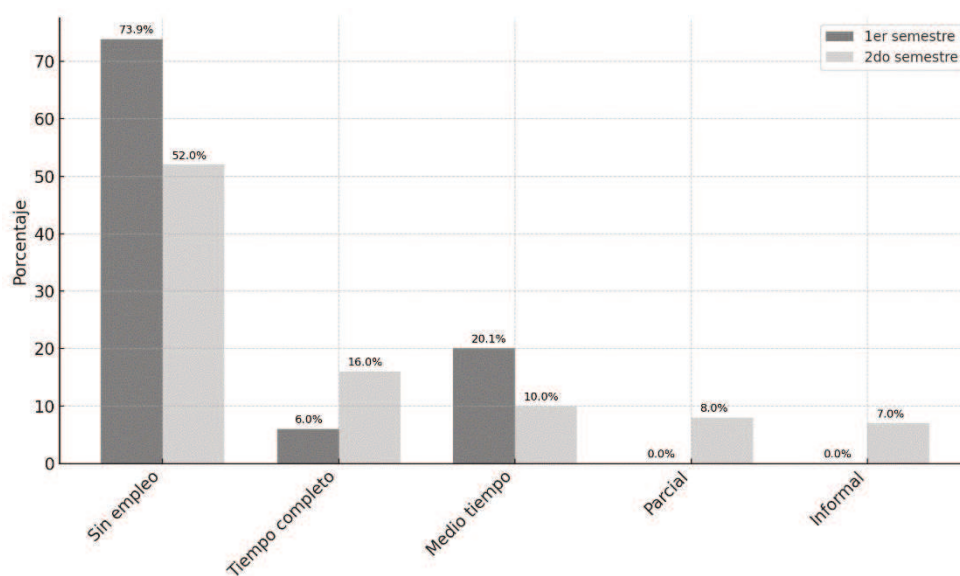


Figura 6. Comparación de la situación laboral de los estudiantes en ambos semestres

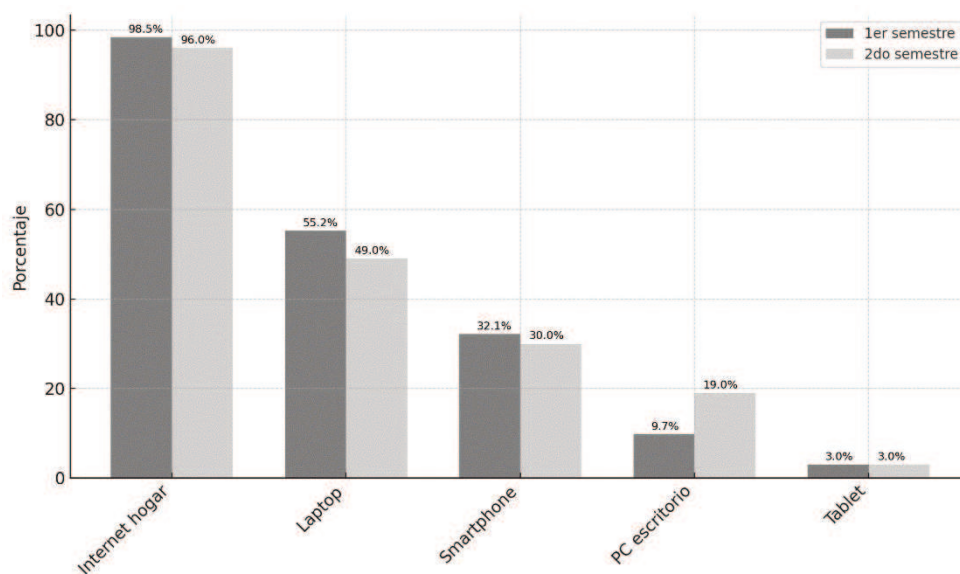


Figura 7. Acceso tecnológico en ambos semestres

Con el objetivo de complementar el análisis cuantitativo, se incorpora a continuación la Figura 7, que sintetiza los resultados promedio obtenidos por los cuatro paralelos considerados en esta investigación (PM1, PN1, PM2 y PN2), tanto en la prueba diagnóstica (pretest) como en la prueba de salida

(posttest), en las dos fases de intervención aplicadas. Esta representación facilita la comparación directa entre los grupos experimentales y de control, permitiendo observar con mayor claridad el impacto que tuvo la incorporación de ChatGPT en distintas modalidades de uso: primero como mediador durante las actividades de instrucción por pares (fase 1), y posteriormente como herramienta de refuerzo autónomo (fase 2).

La Figura 7 no solo permite apreciar las variaciones de rendimiento dentro de cada grupo entre las pruebas inicial y final, sino que también evidencia las diferencias en la magnitud de mejora entre los grupos que participaron activamente con inteligencia artificial y aquellos que mantuvieron una metodología tradicional. Esta representación visual constituye un recurso fundamental para reforzar la discusión de los hallazgos, ya que ilustra de manera sintética cómo la mediación tecnológica puede influir en el aprendizaje de contenidos de física, especialmente cuando se integra en un diseño didáctico reflexivo y adaptado a las condiciones del contexto educativo.

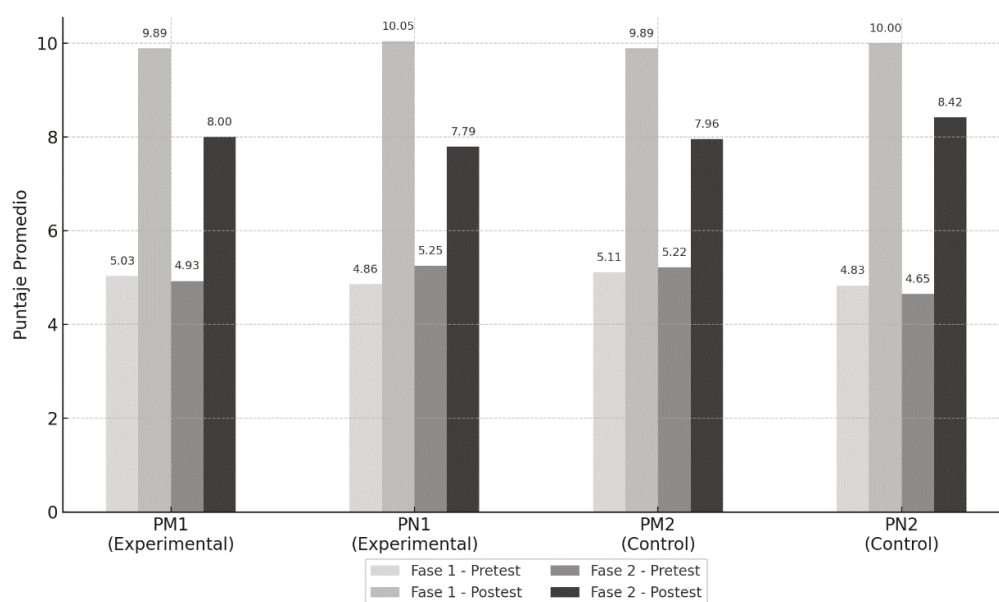


Figura 8. Puntajes promedio de pretest y posttest por paralelo en las fases 1 y 2

5. DISCUSIÓN

El presente estudio tuvo como objetivo analizar el impacto del uso de inteligencia artificial, específicamente la herramienta ChatGPT, como recurso pedagógico para la enseñanza de conceptos de mecánica clásica en estudiantes de primer año de la carrera de Licenciatura en Pedagogía de la Física. Bajo un diseño cuasi-experimental con grupos de control y experimentales, la investigación se llevó a cabo durante dos semestres consecutivos, con el propósito de evaluar, por un lado, el potencial de esta herramienta como complemento de la interacción entre pares y, por otro, su eficacia como refuerzo académico autónomo. La discusión se estructura en función de los objetivos del estudio, los resultados obtenidos y algunas de las implicaciones pedagógicas derivadas de los hallazgos. Estas últimas se abordarán en particular en el Capítulo de Recomendaciones didácticas.

El sector educativo no es, ni podría ser, un ámbito que desconozca la utilización de la IA dada su amplia difusión y utilización en diferentes campos de la actividad humana. Una de las tecnologías de la IA con mayor impacto en la educación es ChatGPT, un modelo de lenguaje creado por OpenAI, que permite una interacción considerada amigable con los sistemas computarizados y se reconoce como un recurso para mejorar el aprendizaje en las aulas. Al respecto, se destacan sus propiedades relativas a la atención individualizada del estudiantado y el desarrollo de su aprendizaje autónomo (Ortiz et al., 2024). En relación con la atención individualizada, Ruiz-Miranda (2023) destaca que ChatGPT “puede adaptarse al ritmo de aprendizaje del alumnado y proporcionar explicaciones adicionales si no comprende un concepto específico explicado por el docente, o reformular las explicaciones haciéndolas más comprensibles, disminuyendo la complejidad de las respuestas cada vez que se le pida” (p. 158). Aunque se abordará más adelante, cabe señalar aquí que, si bien diversos estudios han confirmado la eficacia de ChatGPT en la mejora del rendimiento académico y la motivación de los estudiantes, se requiere una correcta aplicación basada en la formación y el reconocimiento de sus limitaciones (Ciprés et al., 2024; Moreno-Guaicha et al., 2025).

En este trabajo se evaluó el efecto de las actividades guiadas con el uso de IA en el nivel de conocimiento conceptual sobre temas de mecánica clásica en estudiantes de la asignatura “...” mediante un diseño que implicó el uso de una secuencia didáctica comparando tres modalidades de intervención: grupos control 1- con metodología de instrucción entre pares y 2- con asistencia de un docente y 3- grupos experimentales con interacción con ChatGPT como “par académico”. El análisis estadístico, tanto descriptivo como inferencial, mostró que no existieron diferencias significativas entre los grupos experimental y de control en cuanto a los resultados del test de salida. Ambos grupos mejoraron significativamente.

Este resultado es relevante por varias razones. En primer lugar, sugiere que la interacción con un agente conversacional como ChatGPT puede emular de forma efectiva el rol de un par académico, al menos en tareas orientadas al desarrollo de habilidades conceptuales básicas. Al respecto, Rodríguez et al. (2024) destacan que la implementación de chatbots como ChatGPT en la educación científica, especialmente en las áreas de ciencia, tecnología y matemáticas, ha generado beneficios significativos para los estudiantes. Los autores señalan que estas herramientas favorecen el desarrollo de habilidades tecnológicas y de resolución de problemas, mejoran la comunicación, permiten una retroalimentación personalizada y aumentan la eficiencia en la corrección de tareas. En la misma línea, Sekeroglu et al. (2019) asocian la adquisición de habilidades básicas con un mayor interés y motivación hacia las disciplinas cuando se utiliza ChatGPT en entornos de aprendizaje bien diseñados. Además, subrayan que estas herramientas resultan especialmente útiles para los estudiantes que tienen dificultades para seguir el ritmo de las clases tradicionales, ya que pueden facilitar la comprensión de los conceptos. En términos metodológicos, se valida la posibilidad de utilizar herramientas de inteligencia artificial como complemento en contextos educativos presenciales, especialmente en cursos donde los recursos humanos son limitados o donde la interacción entre pares no siempre puede garantizarse. Como lo señala García-Peñalvo (2024), el uso estratégico de recursos digitales en la educación superior debe orientarse hacia la mejora del aprendizaje y no simplemente a la sustitución de recursos tradicionales. En este caso, se demuestra que ChatGPT puede actuar como un sustituto funcional de la interacción entre pares, sin afectar negativamente el rendimiento

académico sino más bien favoreciendo el mismo. En este sentido, Chen (2021) y Díaz Vera et al. (2023) obtuvieron resultados que mostraron una mejora significativa en el rendimiento académico de grupos de estudiantes que utilizaron ChatGPT como herramienta de aprendizaje, determinando que puede potenciar la capacidad cognitiva de los estudiantes.

Además, el resultado general mencionado adquiere particular importancia si se considera, por ejemplo, el contexto de la educación en línea. Si bien la modalidad virtual ha ganado terreno en los últimos años, uno de los desafíos persistentes es la construcción de espacios de colaboración entre los estudiantes, algo que resulta difícil de implementar en plataformas tradicionales de enseñanza (Cabeza-Rodríguez, 2025). En ese sentido, la evidencia recogida en el presente estudio sugiere que herramientas como ChatGPT pueden funcionar como un mediador conversacional, brindando a los estudiantes un espacio de interacción simulada que estimule el razonamiento, la reflexión y la autorregulación del aprendizaje, tal como ha sido señalado por otros autores (Ortiz et al., 2024; Lázaro-Torres, 2024; Tomanguilla Reyna et al., 2025). Tal como afirman Bond et al. (2020), las tecnologías emergentes deben ser integradas en los procesos de enseñanza-aprendizaje no solo como soporte técnico, sino como recursos cognitivos que potencien el desarrollo de competencias.

La implementación supervisada de ChatGPT en el primer semestre también permitió observar aspectos cualitativos relevantes. El uso exitoso de ChatGPT no fue aislado ni improvisado, sino parte de una secuencia didáctica cuidadosamente diseñada. Esto refuerza lo propuesto por Cabero-Almenara y Llorente-Cejudo (2020), quienes advierten que la incorporación de tecnologías debe estar siempre sustentada en modelos pedagógicos claros, para evitar caer en un uso superficial o decorativo de los recursos digitales.

En este trabajo se evaluó el efecto de las actividades guiadas con el uso de IA en el nivel de conocimiento conceptual sobre temas de mecánica clásica en estudiantes de la asignatura de Física I, mediante un diseño que implicó el uso de una secuencia didáctica comparando tres modalidades de intervención: grupos control 1- con metodología de instrucción entre pares y 2- sin instrucción entre pares y con asistencia de un docente y grupos experimentales 3- con interacción con ChatGPT como “par académico” y

supervisión docente y 4- con interacción con ChatGPT como refuerzo académico autónomo, sin el acompañamiento directo del docente en el momento de la interacción.

El análisis estadístico, tanto descriptivo como inferencial, de los resultados de la intervención didáctica en el primer semestre mostró que no existieron diferencias significativas entre los grupos experimental y de control en cuanto a los resultados del test de salida. Ambos grupos mejoraron significativamente.

A diferencia del primer semestre, los resultados obtenidos en el segundo semestre mostraron una realidad distinta. Si bien los cuatro grupos mejoraron significativamente entre el test de entrada y el test de salida, el análisis comparativo de las mejoras relativas entre los grupos reveló diferencias importantes. Específicamente, el grupo PN2 (control nocturno) fue el que presentó la mayor mejora promedio, superando a los grupos experimentales.

Este hallazgo invita a una reflexión crítica sobre las condiciones en las que se integra la inteligencia artificial al proceso educativo. A diferencia del primer semestre, donde el uso de ChatGPT estuvo mediado por el docente y articulado dentro de una secuencia didáctica cuidadosamente estructurada, en el segundo semestre la herramienta fue utilizada de forma más libre por los estudiantes y con menor supervisión. Aunque la intención era fomentar la autonomía del estudiante, los resultados muestran que esta estrategia no fue suficiente para garantizar un mejor rendimiento académico, y que, en algunos casos, los estudiantes que siguieron con la metodología tradicional obtuvieron mejores resultados. Este resultado coincide con lo que advierten autores como Salinas et al. (2022), quienes sostienen que las tecnologías emergentes no son eficaces por sí mismas, sino que requieren de un diseño instruccional, seguimiento y evaluación constante.

La comparación entre los grupos PN1 y PN2 resulta particularmente significativa. Ambos grupos pertenecen a la jornada nocturna, y por tanto comparten condiciones similares en cuanto a carga laboral, responsabilidades familiares y disponibilidad de tiempo. Sin embargo, mientras el grupo de control (PN2) mejoró de forma notable, el grupo experimental (PN1), que trabajó con ChatGPT sin acompañamiento docente, fue el que registró la menor mejora de todos. Esta diferencia no puede atribuirse a las condiciones

externas del grupo, sino más bien al tipo de intervención. Tal como lo señalan Redecker y Punie (2017), uno de los principales riesgos del uso de tecnología educativa sin supervisión es la falsa percepción de autonomía, en la que los estudiantes no cuentan con los criterios ni la autorregulación necesarios para aprovechar el recurso de manera efectiva. En este sentido, tanto González Alonso (2023) como Pérez García (2024), si bien destacan las diversas ventajas que presentan las nuevas tecnologías como ChatGPT (tal la ya mencionada mejora de la atención individualizada de los estudiantes), señalan problemas asociados con la ausencia de interacción humana, proponiendo que su uso debe estar supervisado y controlado. Al respecto, García Ruiz (2024), propone evitar el error de aplicar en la educación un enfoque centrado en la tecnología, ignorando las necesidades de los usuarios y generando problemas de conocimientos y experiencia en la denominada interacción Humano-Computador, asumiendo un enfoque de abordaje de la IA desde la perspectiva llamada Inteligencia Artificial Centrada en el Ser Humano (IACH). Los métodos de IACH tienen mayor probabilidad de producir diseños fiables, seguros y confiables (Shneiderman, 2020).

En relación con necesidades de los usuarios, en este caso los estudiantes, otro elemento que merece atención es la posible sobrestimación de la accesibilidad y usabilidad de herramientas como ChatGPT. Aunque los estudiantes de esta investigación contaban con conectividad y dispositivos tecnológicos adecuados, esto no garantiza que todos tengan las competencias digitales necesarias para utilizar la herramienta de forma crítica y productiva. Cabe citar el trabajo interdisciplinario de De León Nazareno (2024), sobre la brecha educativa en tecnología en Ecuador, entre cuyos resultados se observó que el nivel promedio de alfabetización digital entre los estudiantes obtuvo una puntuación de 1.8 en una escala de Likert de 5 categorías, siendo el indicador más bajo evaluado. Esto evidenció que los estudiantes carecían de las habilidades digitales básicas necesarias para utilizar herramientas tecnológicas de manera efectiva en sus actividades académicas. En este sentido, el presente estudio muestra que la implementación técnica de la IA (el ya citado enfoque centrado en la tecnología) no sería equivalente a su integración pedagógica, y que el éxito de estas herramientas depende de múltiples factores: nivel de alfabetización digital, motivación intrínseca, habilidades metacognitivas y soporte institucional (Gamboa et al., 2025). Como plantea Cenich

(2021), sostiene que no es suficiente con garantizar el acceso tecnológico sin que a la par medie una transformación pedagógica profunda a través de la cual se integren las TIC en las prácticas docentes de manera significativa. González y Rodríguez (2022) plantean que, además, el logro de una implementación efectiva se relaciona con la capacitación de los docentes, una adecuada infraestructura y que las instituciones educativas promuevan su utilización con un claro sentido pedagógico. Meza (2024) y Macchiarola (2018) agregan como factor decisivo el empleo de la IA, como el de otras tecnologías, de manera selectiva y estratégica, acorde a las metas de cada actividad educativa, los rasgos de los estudiantes y sus ritmos de aprendizaje, el tiempo disponible y la cantidad de dispositivos.

En conjunto, los resultados de ambos semestres permiten arribar a conclusiones más matizadas. En primer lugar, el uso de ChatGPT como herramienta de apoyo al aprendizaje puede ser tan eficaz como la interacción entre pares, siempre que esté enmarcado en una secuencia didáctica bien diseñada y acompañado por el docente (Gómez Ruiz, 2024). En este contexto, la herramienta no solo cumple una función de consulta, sino que también estimula el razonamiento, permite la retroalimentación inmediata y fomenta la reflexión autónoma. Esta modalidad es especialmente prometedora para cursos en línea o semipresenciales, donde la interacción física entre estudiantes no siempre es posible. En ese tipo de entornos, ChatGPT podría ser un recurso valioso para suplir la ausencia de un compañero de trabajo, siempre que se le integre con claridad pedagógica (Blasco, 2024).

En cambio, el uso de ChatGPT como único recurso sin supervisión docente, tal como se implementó en el segundo semestre, no garantizaría mejoras en el aprendizaje. Por el contrario, puede generar una falsa sensación de control y autoeficacia, sin producir resultados tangibles. En este caso, el grupo experimental no solo no superó al grupo de control, sino que fue superado significativamente. Por tanto, se concluye que la incorporación de inteligencia artificial en la educación superior debe ser siempre planificada, guiada y monitoreada, evitando delegar completamente en la herramienta la responsabilidad del proceso de aprendizaje.

6. RECOMENDACIONES DIDÁCTICAS

En el planteo de la Discusión de este trabajo se hizo mención a las implicaciones para las prácticas educativas de los resultados obtenidos en la investigación desarrollada, en particular las vinculadas con la utilización de la IA mediante la herramienta ChatGPT. Esta es una de las aplicaciones más utilizadas ya que se le atribuye capacidad para incidir de manera sistemática sobre la enseñanza, en cuanto a los objetivos, la metodología, los materiales didácticos y, por ende, sobre los resultados del aprendizaje (Reverté, 2023; Pérez, 2024). Sin dudas, los procesos de enseñanza y de aprendizaje han experimentado cambios relevantes en menos de una década con el surgimiento de nuevas estrategias y herramientas basadas en el uso de la IA. Esta incidencia viene asociada con una serie de ventajas y desventajas que es necesario considerar al momento de plantear su utilización didáctica. Por esta razón, se plantea este Capítulo de la Tesis presentando recomendaciones didácticas relacionadas con algunos aspectos de la investigación desarrollada y una breve fundamentación para cada una de ellas. Esto último como aporte al debate necesario en torno a la mediación tecnológica de la IA en los procesos educativos.

Por una cuestión de organización, las recomendaciones aparecen por separado, considerando una sugerencia general y, por un lado, a los docentes y por otro, a los estudiantes. Es muy importante destacar que forman parte de un todo integrado ya que, como se infiere de su lectura, son interdependientes para una utilización eficaz y eficiente de la IA en las aulas.

6.1. RECOMENDACIÓN GENERAL

La IA debe ser utilizada como una herramienta de aprendizaje y no como un agente, lo cual requiere de estar supervisada por cuanto (aún), nada reemplaza a la interacción humana en la construcción de conocimiento.

6.2. DESDE LA PERSPECTIVA DOCENTE

Los responsables de la enseñanza deberían incorporar ChatGPT, u otras aplicaciones de la IA, como una herramienta más para la formación de sus estudiantes y no como un agente.

Los docentes deben adoptar una práctica reflexiva sobre la utilización de la IA mediante la supervisión tecnopedagógica de sus propuestas didácticas.

El uso reflexivo de ChatGPT implica una responsabilidad institucional en la capacitación técnico-pedagógica de los docentes.

6.3. DESDE LA PERSPECTIVA DE LOS ESTUDIANTES

El uso reflexivo de ChatGPT implica la capacitación técnico-pedagógica de los estudiantes con un enfoque basado en competencias.

Los estudiantes deben utilizar de manera reflexiva la IA, considerando que, si bien la misma les ayuda en la resolución de una tarea, su responsabilidad implica un involucramiento activo en su propio aprendizaje.

La utilización reflexiva de la IA acompañada de la supervisión del docente debe abarcar una concientización tanto de sus implicancias éticas y morales como del riesgo de dependencia tecnológica.

6.4. FUNDAMENTACIÓN DE LA RECOMENDACIÓN GENERAL

Recomendación: La IA debe ser utilizada como una herramienta de aprendizaje y no como un agente, lo cual requiere de estar supervisada por cuanto (aún), nada reemplaza a la interacción humana en la construcción de conocimiento.

La irrupción de la IA en el ámbito educativo trae, como en otros espacios de acción humana, importantes implicaciones epistemológicas para la ciencia, la educación y la práctica profesional. Desde hace siglos, los seres humanos no disponemos de herramientas cognitivas para manejar e interpretar la enorme cantidad de información que generamos y, en la actualidad, esas acciones están

siendo delegadas a la IA (Álvarez, 2024). Esa delegación plantea una cuestión central: ¿la IA es una herramienta o un agente? En primer lugar, veamos sus significados. Las herramientas se consideran como extensiones de las capacidades humanas y que han sido elaboradas para operar o realizar tareas específicas bajo el control directo de quien las utiliza (un ser humano), careciendo de autonomía. En tanto que un agente se considera como una entidad que posee la capacidad de operar de manera autónoma y efectuar la tomar decisiones basadas en datos y algoritmos sin intervención humana directa. Por consiguiente, los agentes de IA tienen la capacidad de aprender y adaptarse a nuevas situaciones, pudiendo realizar tareas complejas, y en algunos casos, impredecibles (Garofalo et al., 2020; Axpe, 2024). Esta autonomía y capacidad de adaptación distingue a los agentes de las herramientas y plantea retos, en particular en términos de control y responsabilidad. De aquí el desafío epistemológico en el ámbito educativo en cuanto a la gestión y la confiabilidad del conocimiento elaborado por sistemas cuya lógica interna es, en gran parte, incomprensible para la mayoría de las personas. En la interacción con asistentes virtuales, los usuarios (en el caso de esta Tesis, docentes y estudiantes) se enfrentan a agentes de IA que pueden afectar la privacidad y la autonomía e influir en sus decisiones y comportamientos. La ventaja señalada sobre capacidad de la IA para adaptar y personalizar las respuestas significa también que quien la utiliza puede perder control sobre cómo se toman las decisiones (Álvarez, 2024). En este sentido, y máxime asumiendo a la educación como hecho social, debe evitarse una disminución del juicio humano, ya que es un espacio donde la empatía y la discreción son cruciales (O'Neil, 2016). Esto destaca la necesidad de equilibrar la eficiencia algorítmica con la supervisión humana, de manera tal de evitar consecuencias indeseadas y preservar la diversidad de la percepción humana ante agentes inteligentes artificiales (Saló et al., 2024; Vera Romero, 2025).

La capacidad de supervisión humana está directamente asociada con su formación integral, orientada al crecimiento personal que conduce al abordaje del uso reflexivo de la IA. Se asume que la formación integral debe implicar

fortalecer los vínculos humanos, y sus atributos y valores inherentes, como esencia de cada acto educativo. La preocupación existente sobre que la IA podría reemplazar a los docentes, carecería de sentido si consideramos que la educación es un proceso de interacción entre humanos que implica la conexión emocional entre profesores y estudiantes (Isusqui et al., 2023). La implementación de herramientas de IA, como ChatGPT, debe estar guiada por un enfoque pedagógico estructurado y reflexivo, analizando su impacto en el ámbito académico y personal a medida que se desarrollan las actividades educativas (Zárate, 2025). Hernández-Fernández (2023) y Cordero (2024), entre otros autores, plantean que la adecuada implementación didáctica y pedagógica de ChatGPT debe regirse bajo los principios de prudencia y responsabilidad, con una adecuada supervisión humana. Los resultados del uso de ChatGPT, aún con el avance continuo de sus mejoras, no dejan de depender, en última instancia, de “productores humanos”. Aquí no sólo hay implicaciones en cuanto a contenidos disciplinares, sino potenciales (y reales) sesgos como los denominados sesgo del aprendizaje automático, sesgo de algoritmo o sesgo de inteligencia artificial, dada la tendencia de los algoritmos a reflejar los prejuicios humanos, incluidos los patrones de discriminación (Jarquín-Ramírez et al., 2024).

Hernández-Fernández (2023) plantea que, como toda herramienta, la IA es falible y conducente a producir errores que requieren de una revisión y una evaluación final de resultados. Debe partirse de asumir que el conocimiento es siempre aquello que nos permite posicionarnos por encima o por debajo de la tecnología. Siguiendo al autor, las respuestas que da ChatGPT tendrán diferente tratamiento en base al conocimiento disponible en sus interlocutores humanos:

- 1.- cuando quien interactúa posee limitados conocimientos, tenderá a aceptar las respuestas sin muchas o ninguna duda, ignorando errores o bien
- 2.- cuando los conocimientos poseídos son los adecuados (como se espera por parte de los docentes), las respuestas serán evaluadas e incluso, corregidas.

Cabría utilizar aquí el constructo de “vigilancia epistemológica”, referido en el contexto educativo como la actitud de constante reflexión y crítica sobre los contenidos

que se enseñan, en este caso que se obtienen como respuesta de la IA. La vigilancia epistemológica implica un examen riguroso para asegurar que las respuestas obtenidas se correspondan con el saber científico actualizado, evitando desviaciones, errores o simplificaciones excesivas. En el mismo sentido, Weber (2024), refiriéndose específicamente a la formación de docentes de Física, señala que se reconoce que la didáctica del conocimiento tiende a simplificar la complejidad intrínseca del mismo. Por lo tanto, resulta importante capacitar a “los futuros docentes a cuestionar las transformaciones que experimenta el conocimiento en la enseñanza de la Mecánica Clásica” (Weber, 2024, p. 6). Continuando con su propuesta señala que debe lograrse “... la adquisición del conocimiento necesario para llevar a cabo la vigilancia epistemológica en la transposición didáctica de la Mecánica Clásica, capacitando a los docentes para cuestionar el conocimiento a ser enseñado, evaluando su grado de adecuación en relación con el conocimiento de referencia” (p. 7). Pueden extrapolarse sus recomendaciones al uso de ChatGPT que se abordó en este trabajo.

6.5. FUNDAMENTACIÓN DE LAS RECOMENDACIONES DESDE LA PERSPECTIVA DOCENTE

Recomendación: Los responsables de la enseñanza deberían incorporar ChatGPT, y otras aplicaciones de la IA, como una herramienta más para la formación de sus estudiantes y no como un agente.

En el contexto de la didáctica de la física en la educación superior (al igual que para otras ciencias), la IA se presenta como una herramienta transformadora de la manera en que se pueden enseñar y aprender sus contenidos (Cordero, 2024). El desarrollo de la IA permite manejar grandes volúmenes de datos y lograr respuestas rápidas y adaptadas, siendo un muy buen recurso para la educación, por cuanto optimiza los procesos de enseñanza, la creación de materiales didácticos, la personalización de actividades y la tutoría individual (Izquierdo-Morán et al., 2025).

Durante décadas, el libro de texto ha sido un instrumento básico en el proceso de enseñanza y aprendizaje, empleado como mediador del conocimiento y, en los mejores casos, les permite a los estudiantes autonomía en su trabajo (Fernández & Caballero, 2017). Sin embargo, algunas investigaciones plantean que la utilización preferencial de los contenidos de los libros de texto tiende a limitar el desarrollo de habilidades cognitivas complejas, como la creatividad y el pensamiento crítico, a causa de la homogeneización de contenidos y actividades (Glasserman, 2014; Mosquera et al., 2024). En el nivel superior, la mayor parte de la gestión del aprendizaje de los estudiantes se ha realizado históricamente mediante la utilización como recursos de libros de texto. Linn et al. (2023) y Pérez (2024) señalan que con tal método no se logra atender de manera integral las necesidades individuales de los estudiantes.

Sin negar la utilidad de los libros de texto y la continuidad de su utilización, la UNESCO (2023, 2024a), ha propuesto ampliar los instrumentos y herramientas de enseñanza mediante la incorporación de los denominados Recursos Educativos Abiertos. Los mismos son materiales de enseñanza, aprendizaje e investigación en cualquier medio, digital o de otro tipo, que residen en el dominio público (repositorios públicos en línea), o han sido liberados bajo una licencia abierta que permite el acceso, uso, adaptación, modificación y redistribución sin costo (García & Ríos, 2022; Martínez et al., 2024).

Si bien se debate su gratuidad para determinados ámbitos, muchas herramientas y aplicaciones de la IA han sido propuestas como recursos educativos abiertos destinados a optimizar la enseñanza y el aprendizaje mediante la mejoría del sistema de gestión de la educación (Ochoa et al., 2022; Ayuso & Gutiérrez, 2022). Al respecto, la Inteligencia Artificial Generativa permite crear contenidos audiovisuales y multimedia, destacándose que la misma mejora la eficiencia y calidad técnica y formal y accesibilidad en la producción de los recursos educativos abiertos (Carbonell-Alcocer et al., 2024).

Se asume, con las limitaciones existentes en cuanto a gratuidad o no, que la IA posee la aptitud de aportar a una mejor comprensión general y optimizar el manejo de esos recursos en el ámbito educativo, al personalizar las experiencias

de aprendizaje y facilitar el desarrollo de diversas tareas (Castillo et al., 2023; Vera, 2023). Pérez (2024) destaca que “la IA tiene la capacidad de poder adaptar el proceso de enseñanza-aprendizaje a las necesidades y preferencias individuales de cada estudiante. Mediante el uso de diversos algoritmos, la IA es capaz de analizar el comportamiento de estudio, estilo de aprendizaje y las fortalezas y debilidades de los estudiantes y de esta forma poder aportar el feedback y las recomendaciones necesarias para un aprendizaje personalizado. Facilita a aquellos alumnos con mayores necesidades a la hora de aprender, de una educación más individualizada y sobre todo adaptada a sus necesidades” (p. 11).

Investigaciones aplicando IA, en particular ChatGPT en la enseñanza de la física (Cruz et al., 2024; Lazarte et al., 2024), coinciden en señalar que la principal ventaja es el enfoque personalizado, por su la capacidad para mejorar significativamente la comprensión y retención de conocimientos. Los estudiantes tienen acceso a una herramienta que les brinda retroalimentación y contenidos que se ajustan a sus necesidades específicas, con lo cual estarían en condiciones de superar obstáculos de aprendizaje de manera más efectiva. Este tipo de atención personal, genera un entorno de aprendizaje más motivador y menos frustrante (Román, 2024), que fomenta un aprendizaje más autónomo y continuo (Anishka et al., 2023; Ordoñez, 2025).

Un atributo destacado por Kanobel (2024) es la inmediatez del vínculo, ya que los chatbots y asistentes virtuales pueden interactuar con cada estudiante en tiempo real, responder preguntas y brindar retroalimentación en instantes. Esta retroalimentación abarca la ayuda en la comprensión de instrucciones (Wang et al., 2023), estrategias de apoyo (Tapalova & Zhiyenbayeva, 2022), indicaciones para actividades de evaluación formativa también personalizadas (Baidoo & Owusu, 2023; Berber et al., 2025) y acceso a diversos materiales de aprendizaje según sus necesidades particulares para que los estudiantes logren desarrollar las tareas (Akgun & Greenhow, 2022).

Tanto para la física como para otras ciencias, a medida que la IA amplía sus capacidades, tiende a facilitar la exploración de conceptos en entornos virtuales

y mediante simulaciones y permite realizar experimentos virtuales (Lizano & Idoyaga, 2025). Con lo cual los estudiantes visualizan y realizan pruebas con fenómenos difíciles o imposibles de replicar en los laboratorios tradicionales de las instituciones educativas (Pino et al., 2024;), mejorando su comprensión de procesos abstractos (Amirbekova et al., 2024).

Recomendación: Los docentes deben adoptar una práctica reflexiva sobre la utilización de la IA mediante la supervisión tecnopedagógica de sus propuestas didácticas.

Se han planteado no pocas dudas sobre cómo asegurar una correcta supervisión de los procesos educativos logrando el equilibrio entre la utilización de la tecnología y las capacidades y habilidades de pensamiento crítico y para la resolución de problemas (Cordero, 2024). Al respecto, Hernández-Fernández (2023, p. 1037) propone que los docentes consideren tres enfoques científicos:

“1.- Aprendizaje: cuando se buscan teorías que expliquen el funcionamiento del aprendizaje y puedan ser aplicadas.

2.- Enseñanza: cuando se identifican métodos didácticos eficaces que promuevan la consecución del aprendizaje.

3.- Evaluación: la búsqueda y creación de instrumentos que describan la adquisición del conocimiento, las características y los procesos cognitivos del estudiante durante el aprendizaje.”

La interrelación de los tres enfoques permite considerar la dinámica del aprendizaje y de la enseñanza, para evitar que el primero, al estar mediado por la tecnología se presente fragmentado (Hernández-Fernández, 2023). A esto, debe adicionarse la consideración de los principios éticos de la Declaración de Barcelona (IIIA-CSIC, 2017) sobre la utilización de la IA: prudencia, fiabilidad, rendimiento de cuentas, responsabilidad, autonomía limitada, y no prescindir de lo humano. Como puede inferirse, tanto los enfoques como los principios

mencionados requieren el reconocimiento del rol de los docentes, como responsables de la educación.

Hernández-Fernández (2023) propone, para una didáctica mediada por tecnología, dos esquemas de incorporación constructiva de la IA aplicables al caso de ChatGPT. Las propuestas parten de considerar que se trata de trabajar con herramientas que permiten a docentes y estudiantes mejorar los procesos de enseñanza, aprendizaje y evaluación. En cuanto a los docentes se plantea el uso reflexivo de la IA, analizando su idoneidad para resolver las actividades y ejercicios que se plantean en clase, antes de presentárselos a los estudiantes. Esto constituye una tarea de supervisión tecnopedagógica de las propuestas didácticas. El proceso que se propone consiste en determinar si la IA puede o no resolver la actividad. De no hacerlo, debe respetarse la enseñanza tradicional. Si lo hace, debe determinarse en qué medida y cuál será el componente humano en la resolución de cada tarea, así como proponer acciones para integrar la solución con la interacción humano-IA. Las cuestiones a responder son del tipo: ¿qué ha aprendido el estudiante?, ¿en qué lo ayuda la IA?. ¿cómo y qué debo evaluar? (Hernández-Fernández, 2023).

Recomendación: El uso reflexivo de ChatGPT implica una responsabilidad institucional en la capacitación técnico-pedagógica de los docentes.

En una recomendación previa se abordó la necesidad de que los docentes adopten una práctica reflexiva sobre la utilización de la IA para efectuar una supervisión tecnopedagógica eficaz. La práctica reflexiva es clave para el desarrollo profesional del docente, y se enriquece a través del diálogo y la colaboración (Candela-Rodríguez, 2023). Como ya se señaló, es relevante que los docentes adquieran y desarrollen competencias digitales y una actitud reflexiva para integrar la IA de manera crítica y responsable, en un ambiente de aprendizaje inclusivo y equitativo. La práctica reflexiva es: “un componente indispensable en la formación docente. Este proceso de análisis crítico y sistemático de la propia experiencia posibilita a los futuros profesores

desarrollar una comprensión profunda de su práctica pedagógica, identificar áreas de mejora y construir un conocimiento profesional sólido y contextualizado ... La formación inicial docente debe, por ende, propiciar espacios de intercambio y colaboración, donde los futuros educadores puedan compartir sus experiencias, reflexionar conjuntamente y construir una comunidad de aprendizaje profesional” (Ahumada, 2024, p. 3).

La capacitación técnico-pedagógica del profesorado es una responsabilidad compartida entre el mismo y los gestores de distintos niveles de gobernanza educativa (Salvi, 2025). Al menos dos organismos internacionales, como la UNESCO y el Centro Común de Investigación de la Comisión Europea han formulado iniciativas al respecto.

La UNESCO (2024b) señala que: “En educación, la IA ha transformado la relación tradicional profesor-alumno en una dinámica profesor-IA-alumno. Este cambio exige una reevaluación de las funciones docentes y las competencias que necesitan en la era de la IA” (p. 3). En función de tales afirmaciones, propone el denominado Marco de competencias de IA para docentes donde se aborda esta brecha definiendo los conocimientos, las habilidades y los valores que los docentes deben dominar en la era de la IA. El marco fue desarrollado con los principios de proteger los derechos docentes, potenciar la agencia humana y promover la sostenibilidad. El trabajo describe 15 competencias en cinco dimensiones:

1. Una forma de pensar centrada en el ser humano: Centrarse en la acción humana, la rendición de cuentas y la responsabilidad social.
2. La ética de la IA: Fomentar los principios éticos y la utilización responsable.
3. Los fundamentos y las aplicaciones de la IA: Proporcionar los conocimientos, la comprensión y las capacidades necesarias para crear y utilizar correctamente la IA.
4. La pedagogía de la IA: Apoyar a los docentes para que saquen provecho de la IA en los métodos de enseñanza innovadores.

5. La IA para el desarrollo profesional: Perfilar las capacidades de los docentes para que puedan sacar provecho de la IA con el objetivo de impulsar su desarrollo profesional a lo largo de toda vida.

Estas competencias se clasifican en tres niveles de progresión: adquirir, profundizar y crear.

El Centro Común de Investigación de la Comisión Europea (2025) formuló el Marco de Competencia Digital para Educadores, conocido como DigCompEdu, donde define las habilidades digitales que los educadores necesitan para integrar eficazmente la tecnología en su práctica docente. En el mismo se describen 22 competencias organizadas en seis áreas clave, aplicables a todos los niveles educativos y que proporciona un marco para el desarrollo profesional continuo de los educadores en el ámbito digital. Las áreas son:

1. Compromiso profesional: Se refiere a cómo los educadores utilizan las tecnologías digitales en sus interacciones profesionales, para su propio desarrollo y el de la comunidad educativa.
2. Recursos digitales: Describe las competencias necesarias para usar, crear y compartir recursos digitales relacionados con el aprendizaje de manera efectiva y responsable.
3. Enseñanza y Aprendizaje. Pedagogía digital: Se enfoca en la gestión y coordinación del uso de herramientas digitales en el proceso de enseñanza-aprendizaje.
4. Evaluación: Promueve el desarrollo e implementación de estrategias de evaluación formativa y sumativa con tecnologías digitales para la evaluación, el análisis de la evidencia y la retroalimentación y planificación.
4. Empoderar a los estudiantes: Examina cómo las tecnologías digitales pueden ayudar a los estudiantes a desarrollar estrategias de aprendizaje centradas en ellos mismos.

5. Facilitar la competencia digital de los estudiantes: Detalla las competencias pedagógicas específicas requeridas para ayudar a los estudiantes a adquirir y desarrollar sus propias habilidades digitales.

En el ANEXO VII, se presenta un detalle de cada área citada.

La formación de los docentes en competencias digitales debería acontecer en un marco de aprendizaje situado donde se produzca el intercambio de experiencias y se fusione con la adquisición de competencias socioemocionales que enriquezcan su identidad profesional (Sologuren et al., 2022; Ahumada, 2024). Entre tales competencias se destacan la empatía, la comunicación efectiva, la comunicación receptiva, el comportamiento pro-social, la asertividad y la colaboración, todas esenciales en la construcción de relaciones significativas entre docentes y con sus estudiantes (Bermúdez & Amaíz, 2017).

En síntesis, las instituciones que deseen implementar la IA en sus cursos deberán formar a los docentes en su uso pedagógico, asumiendo también los desafíos del acceso equitativo a los recursos tecnológicos y de la infraestructura tecnológica, elaborando políticas regulatorias para establecer protocolos sobre cómo integrarla. Asimismo, será necesario desarrollar en los estudiantes competencias digitales críticas, que les permitan distinguir entre el uso informativo y el uso formativo de estas tecnologías. Es crucial que la IA se utilice como un complemento de la enseñanza tradicional, y no como un sustituto, para preservar la importancia de la interacción humana y el debate intelectual en el proceso de aprendizaje. Como señala Merieu (1991), educar consiste en “promover lo humano y construir la humanidad...” (p. 30).

6.6. FUNDAMENTACIÓN DE LAS RECOMENDACIONES DESDE LA PERSPECTIVA DE LOS ESTUDIANTES

Recomendación: El uso reflexivo de ChatGPT implica la capacitación técnico-pedagógica de los estudiantes con un enfoque basado en competencias.

La enseñanza de la ética digital mencionada en el apartado anterior, es uno de los contenidos posibles de incorporar en diseños curriculares donde se utilice la IA. Como ya se mencionó, en esta Tesis se trabajó con estudiantes de licenciatura que ejercerán como profesores, por consiguiente, sería también importante la inclusión de espacios curriculares específicos para el abordaje de aspectos técnico-pedagógicos con un enfoque basado en competencias. En primer lugar: ¿por qué basado en el desarrollo de competencias? La conceptualización misma de competencias subyace a consideraciones tales como aprendizaje crítico y reflexivo, la inclusión de la ética y la moral, el desarrollo de la responsabilidad, del respeto, y otros atributos de un buen profesional. En párrafos anteriores se hizo referencia a la importancia de la formación integral de los estudiantes y, como plantea Ruiz (2007, p. 11): “En la formación integral, el aprendizaje de las profesiones implica no sólo la adquisición de los conocimientos específicos y las técnicas adecuadas para el ejercicio profesional, sino también requiere la internalización de valores, actitudes y formas de comportamiento que contribuyan a que el estudiante participe en la transformación y el mejoramiento de las condiciones sociales.” Entonces la formación basada en competencias resulta una estrategia coherente con las propuestas que se vienen desarrollando, por cuanto abarca el saber pensar, saber interpretar, saber actuar en diferentes escenarios, saber ser, desde sí y para los demás en contextos determinados. Las competencias implican saberes en acción (producir, percibir, reflexionar), desarrollando la capacidad para “reconocer el valor de lo que se construye, los procesos a través de los cuales se ha realizado tal construcción (metacognición), y reconocerse como la persona que ha construido” (Argudín, 2015, p. 43). Esto guarda relación con las propuestas ya reseñadas de Zárate (2025), sobre la inclusión de blogs digitales, que fomenten aprendizajes críticos y reflexivos, además de ser componentes de una estrategia metacognitiva.

Argudín (2015, p. 45) plantea que: “En la educación basada en competencias quien aprende lo hace al identificarse con lo que produce, al reconocer el proceso que realiza para construir y las metodologías que dirigen este proceso.” Además, un diseño curricular con elementos de la educación basada en competencias atiende los conocimientos, las capacidades y habilidades y las actitudes o comportamientos que deben adquirir y desarrollar los estudiantes, todo en un marco de valores (Dellepiane, 2020; Cruz & Hernández, 2022; Bermúdez et al., 2025), tal como se caracterizó al recomendar la utilización reflexiva de la IA.

En relación directa con las competencias para el empleo crítico y reflexivo de ChatGPT en las actividades áulicas, debe preverse la posibilidad de generar una dependencia excesiva de la herramienta. En los estudios de Zárate (2025) se determinó que algunos estudiantes presentaron dificultades para extrapolar la información y sus conocimientos cuando se encontraron ante situaciones nuevas con diferentes contextos. ChatGPT es caracterizado como un mediador técnico-pedagógico (Sayán-Rivera, 2025), y un socio o compañero cognitivo (Mercado & Llac, 2024), por cuanto, como se ha descrito anteriormente, proporciona un andamiaje para el aprendizaje, al actuar como apoyo temporal adaptado a las necesidades de cada individuo. Por consiguiente, deben plantearse actividades educativas que minimicen la posibilidad de que el mediador sea quien predomine en el proceso de aprendizaje.

Como actividades para la capacitación técnico-pedagógica de los estudiantes, asociada al desarrollo de competencias, se sugieren:

a) Trabajar con diferentes medios y formatos (audios, textos, videos, fotografías) según el grado de dificultad de las tareas, para que los estudiantes aprendan a utilizar distintos modos de representación de conceptos, y adquieran las bases de la competencia modelizadora, evitando la conformidad con respuestas inmediatas y adquiriendo conocimientos sobre las limitaciones de los modelos utilizados en la enseñanza de las ciencias. Los recursos educativos abiertos ya mencionados, son materiales diversos a ser incorporados en el trabajo del aula (libros de texto en formato digital, artículos de investigación, vídeos, podcasts,

herramientas de evaluación, módulos didácticos, guías de estudiante, infografías, materiales interactivos, bases de datos, software, aplicaciones (incluyendo aplicaciones móviles), cursos y programas curriculares, y cualquier otro material educativo diseñado para uso en la enseñanza y el aprendizaje (OECD, 2017).

b) Diseñar actividades con sin el uso de herramientas de IA, por ejemplo, basadas en la resolución de problemas sin acceso a la tecnología. Zárate (2025) afirma que esto fortalece capacidades y habilidades conceptuales y reduce la dependencia tecnológica.

c) Que las actividades, aunque impliquen trabajo individual, se asocien con la labor colaborativa entre estudiantes donde intercambien y discutan sus ideas, perspectivas, experiencias y las soluciones aportadas por ellos o la IA. Esto permite poner en práctica capacidades y habilidades de comunicación, colaboración y aprendizaje en equipo fortaleciendo competencias transversales (Romero-Rodríguez, 2023). Aquí cabe la organización de los blogs, el uso de chats, foros, etc.

d) Emplear prompts estructurados (por ejemplo, de solicitud, tarea y/o formato) para mejorar la interacción de los estudiantes con la IA, ya que los mismos los entrenan en lograr una mayor precisión y relevancia en las respuestas que se obtienen, reducen la ambigüedad, permiten controlar la estructura y el estilo de las respuestas generadas y facilitan la repetibilidad (Castaño, 2023; Chávez, 2025). Los prompts estructurados generan una interacción con características de reflexiva y precisa entre estudiantes y herramientas tecnológicas, ya que contribuyen a desarrollar habilidades para elaborar preguntas claras y efectivas (Amatriain, 2024). Aunque reiterativo, cabe señalar que los estudiantes deben aprender qué preguntar y cómo.

e) Enseñar a los estudiantes a elaborar prompts contextualizados y precisos para optimizar las respuestas que obtienen mediante un pensamiento lógico y taxonómico, con lo cual se entrenan en habilidades de pensamiento crítico (Vidhani & Mariappan, 2024).

e) Emplear la evaluación formativa como estrategia orientadora de avances, fortalezas y manejo de errores aunada a la coevaluación y la evaluación entre pares.

Recomendación: Los estudiantes deben utilizar de manera reflexiva la IA, considerando que, si bien la misma les ayuda en la resolución de una tarea, su responsabilidad implica un involucramiento activo en su propio aprendizaje.

La formación que se brinda en los establecimientos educativos no consiste sólo en conocimientos científico-técnicos, sino que, además y en igual medida, en la formación de la identidad profesional mediante atributos cualitativos para su desarrollo personal. A este enfoque se lo suele denominar “formación integral” de los estudiantes. Como parte de sus componentes, se trata de lograr personas comprometidas, activas y con pensamiento crítico. En el tema de esta Tesis, serían personas capaces de adquirir conciencia de hasta dónde emplear la IA en la resolución de tareas (Tabuenca et al., 2013). Pero, además, considerando el contexto de formación (carrera universitaria para formar profesionales de la educación), la noción de formación integral se orienta al crecimiento humano con una visión multidimensional de las personas, desarrollando aspectos como la inteligencia emocional, intelectual, social, material y ética (Sánchez et al., 2018; Cantillo, 2023).

Recomendación: *La utilización reflexiva de la IA acompañada de la supervisión del docente debe abarcar una concientización tanto de sus implicancias éticas y morales como del riesgo de dependencia tecnológica.*

Weatherby (2023), afirma que la IA es una “máquina de cultura ideológica”. La incorporación de la IA plantea varios desafíos e implicaciones éticas en cuanto a los sesgos ya mencionados, la vulneración de la privacidad, la seguridad, la calidad de los resultados y la equidad (Zhang & Aslan, 2021; González, 2023). Resulta así necesaria la formación de los estudiantes para la toma de conciencia de que la capacidad de autogestión y autoconocimiento conlleva

responsabilidades éticas y morales. Diferentes estudios señalan que la falta de uso reflexivo de la IA por parte de los estudiantes conduce a aprendizajes superfluos, no significativos y efímeros (Solano-Barliza et al., 2024; Zárate, 2025). Por consiguiente, los docentes deben capacitar a sus estudiantes en el aseguramiento de la fiabilidad de las fuentes y la adecuación de las respuestas vertidas por el modelo de IA utilizado (González, 2023; Añapa, 2024).

Crowe et al. (2017) y Blasco (2024) afirman que las implicancias éticas van de la mano con el reto por la dependencia que genera la IA por la facilidad con que los estudiantes pueden recurrir a ella para realizar sus trabajos académicos, sustituyendo así su propio esfuerzo y pensamiento crítico. Zárate (2025) propone que la implementación efectiva de ChatGPT en cursos universitarios como asistente virtual conlleve su integración pedagógica con herramientas de reflexión, como blogs digitales, para mitigar los riesgos de la dependencia tecnológica y fomentar una integración reflexiva y crítica. La autora considera que los blogs individuales pueden constituirse como parte de una “estrategia metacognitiva para documentar el proceso de aprendizaje, promoviendo la reflexión crítica y el análisis de la experiencia con IA” (p. 60). La documentación del proceso por parte de los estudiantes consistió en el registro de procesos, errores y soluciones adoptadas durante las actividades prácticas. La autora cita los trabajos de Pinedo et al. (2019) y Pérez & Severiche (2023) para destacar que el uso de blogs favorece que los estudiantes registren su propio desarrollo, reflexionando sobre sus avances y aumentando la comprensión de sus aprendizajes, y facilita que los docentes realicen una evaluación continua. Al respecto, Holmes & Porayska (2022) destacan la necesidad de la reflexión ética sobre la IA y la implementación de regulaciones para evitar prácticas inadecuadas.

Blasco (2024) menciona el surgimiento de la educación para entender la IA o alfabetización en IA, compartiendo con Nguyen et al. (2024) que es fundamental que los actores del sector educativo comprendan los aspectos fundamentales de las tecnologías de IA y sus implicaciones. Esto conlleva la elaboración de un currículo que integre a la IA y su uso ético (Úsuga, 2024). Al respecto, pueden

considerarse el documento de la UNESCO (2022) Recomendación sobre la Ética de la Inteligencia Artificial. En el mismo se plantea que la ética en la IA busca asegurar que los sistemas de IA se desarrollen y utilicen de manera responsable y beneficiosa para la sociedad. Se recomienda enfocarse en la transparencia, la equidad, la responsabilidad y el respeto por los derechos humanos y los valores democráticos. Entre las recomendaciones clave de la UNESCO cabe señalar:

- La necesidad de transparencia y explicabilidad, asegurando que el diseño de los sistemas de IA se elabore de manera tal que sus decisiones y procesos sean comprensibles y explicables, tanto para los usuarios como para los desarrolladores. La explicabilidad, en el contexto de la IA, se refiere a la capacidad de un modelo de IA para ser comprendido y explicado de manera clara y concisa por los humanos, otorgándole confianza y transparencia.
- Se garantice la equidad y la no discriminación, para impedir la presencia de sesgos y garantizar la igualdad en el tratamiento de todas las personas.
- Se asegure la protección de la privacidad y de los datos personales de los usuarios.
- Se elaboren sistemas de IA seguros y confiables, minimizando los riesgos para los usuarios y toda la sociedad.
- Se garantice la supervisión Humana de los sistemas de IA.
- Se establezcan mecanismos de rendición de cuentas para los sistemas de IA, asegurando la responsabilidad en su diseño, su implementación y su utilización.
- Se promueva el diálogo y la colaboración entre actores involucrados en el desarrollo y empleo de la IA.
- Se considere el impacto en el ambiente de los sistemas de IA, minimizando su huella de carbono y promoviendo el desarrollo sostenible.

Por otra parte, diversos autores proponen el diseño y desarrollo de cursos dedicados a la ética digital, con el objetivo que los estudiantes reflexionen sobre

las limitaciones y riesgos del uso de IA (Garza, 2025; González et al., 2025; Zárate, 2025).

7. CONCLUSIONES

Las conclusiones del presente estudio surgen del análisis integral de los resultados obtenidos durante el proceso de investigación, centrado en la evaluación del uso didáctico de una herramienta de inteligencia artificial —específicamente ChatGPT— en la enseñanza de la mecánica newtoniana a estudiantes de primer año de la Licenciatura en Pedagogía de la Matemática y la Física. A partir del cumplimiento de los objetivos específicos planteados y de la comparación entre los grupos de control y experimental, se establecen a continuación las principales evidencias empíricas y pedagógicas derivadas del estudio, las cuales permiten valorar el impacto de las tecnologías emergentes en la mejora del aprendizaje conceptual de la física en contextos universitarios.

- Respecto al perfil sociodemográfico de la muestra: La población estudiada estuvo compuesta por estudiantes de primer año de Licenciatura en Pedagogía de la Matemática y la Física en la Universidad de Guayaquil, cuyas características demográficas revelaron un acceso generalizado a dispositivos tecnológicos y conectividad adecuada. Sin embargo, se evidenciaron diferencias significativas en cuanto al nivel de alfabetización digital, lo que afectó la integración efectiva de herramientas basadas en inteligencia artificial.
- Sobre el diagnóstico inicial de conocimientos conceptuales (pretest): La prueba diagnóstica permitió evidenciar que tanto el grupo experimental como el grupo control partían de niveles similares de conocimiento en mecánica newtoniana, caracterizados por concepciones alternativas persistentes sobre conceptos como fuerza, aceleración y movimiento parabólico.
- En cuanto a la implementación de la secuencia didáctica mediada por IA: El uso de ChatGPT como apoyo durante las actividades guiadas permitió observar una interacción fluida entre el estudiante y el agente conversacional. Esta experiencia promovió la autoexplicación, la búsqueda autónoma de soluciones y una retroalimentación constante. Esta mediación tecnológica potencia el desarrollo de competencias conceptuales cuando se implementa en contextos pedagógicos bien estructurados.

- Respecto al nivel de conocimiento conceptual posterior a la intervención (posttest): Los resultados del posttest mostraron que ambos grupos mejoraron significativamente respecto al diagnóstico inicial. No obstante, el grupo experimental —que utilizó ChatGPT como herramienta de apoyo— presentó un incremento más marcado en ítems relacionados con razonamiento conceptual y resolución de problemas. Esto sugiere que la IA, al actuar como tutor virtual, puede favorecer procesos de metacognición y exploración conceptual significativa.
- En relación con la discusión pedagógica de los hallazgos: Se reafirma que la IA no sustituye al docente, pero representa un recurso valioso que, en combinación con metodologías activas como la instrucción entre pares, puede enriquecer el aprendizaje de la física. El éxito de su implementación depende de factores como el diseño didáctico, la motivación del estudiante y el acompañamiento académico.
- Sobre las recomendaciones didácticas derivadas: A partir de los resultados obtenidos, se sugiere diseñar actividades que integren IA en fases de exploración y consolidación conceptual; capacitar a docentes en el uso pedagógico de herramientas como ChatGPT; asegurar la alfabetización digital de los estudiantes antes de su uso autónomo; usar instrumentos de evaluación diferenciados que permitan analizar tanto el rendimiento global como el progreso en ítems clave.

En conclusión, esta investigación evidencia que la integración de inteligencia artificial en el aula de física, cuando es parte de una planificación didáctica coherente, puede potenciar el aprendizaje conceptual. La mediación de IA contribuye a cerrar brechas cognitivas al ofrecer una experiencia de aprendizaje personalizada, constante y accesible.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agüilar, S., Maturano, C., & Núñez, G. (2007). Utilización de imágenes para la detección de concepciones alternativas: Un estudio exploratorio con estudiantes universitarios. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 6(3), 691–713.
- Ahmed, E. (2024). Student performance prediction using machine learning algorithms. *Applied Computational Intelligence and Soft Computing*, Article 4067721. <https://doi.org/10.1155/2024/4067721>
- Ahumada, F. (2024). La formación docente en la era digital: Práctica reflexiva, aprendizaje situado e inteligencia artificial. *Ensayos Pedagógicos*, 19(2), 1–15. <https://doi.org/10.15359/rep.19-2.7>
- Ajila, J., Velásquez, L., Tapia, A., Maximí, N., Estrada, S., & Jiménez, E. (2025). Tecnologías emergentes en la enseñanza de la física: Realidad virtual y simulaciones educativas. *South Florida Journal of Development*, 6(3), 1–14. <https://doi.org/10.46932/sfjdv6n3-002>
- Akgun, S., & Greenhow, C. (2022). Artificial intelligence in education: Addressing ethical challenges in K-12 settings. *AI and Ethics*, 2(1), 431–440. <https://doi.org/10.1007/s43681-021-00096-7>
- Alfaro, C., & Fonseca, J. (2016). La teoría de los campos conceptuales y su papel en la enseñanza de las matemáticas. *Uniciencia*, 30(1), 17–30.
- Álvarez, J. (2024). IA: ¿Herramienta o agente? Desafíos y oportunidades en un mundo automatizado. *Medium*. <https://medium.com/el-intersubjetivista/ia-herramienta-o-agente-desaf%C3%ADos-y-oportunidades-en-un-mundo-automatizado-139fc460bf0a>
- Amaguaya, J., & Castro, I. (2022). *El aprendizaje activo en la conceptualización del movimiento de proyectiles utilizando simulaciones interactivas*. Universidad de Guayaquil. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/63249>
- Amatriain, X. (2024). Prompt design and engineering: Introduction and advanced methods. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2401.14423>
- Amirbekova, E., Shertayeva, N., & Mironova, E. (2023). Teaching chemistry in the metaverse: The effectiveness of using virtual and augmented reality for visualization. *Frontiers in Education*, 8, 1184768. <https://doi.org/10.3389/feduc.2023.1184768>
- Anishka, A., Mehta, A., Gupta, N., Balachandran, A., Kumar, D., & Jalote, P. (2023). Can ChatGPT play the role of a teaching assistant in an introductory programming course? <https://doi.org/10.48550/arXiv.2312.07343>
- Argudín, Y. (2015). Educación basada en competencias. *Magistralis*, 20, 39–61.

- Artamónova, I., Mosquera-Mosquera, J., & Mosquera-Artamónov, J. (2017). Aplicación de force concept inventory en América Latina para la evaluación de la comprensión de los conceptos básicos de mecánica a nivel universitario. *Revista Educación en Ingeniería*, 12(23), 56–63.
- Avila, M., Crespo, L., Moya, M., & Solís, B. (2024). Uso de ChatGPT como una estrategia de alfabetización en competencia digital docente en educación matemática. *En XIX Congreso Nacional de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología – TE&ET 2024* (pp. 12–19).
- Avila-Tomás, J. F., Mayer-Pujadas, M. A., & Quesada-Varela, V. J. (2020). La inteligencia artificial y sus aplicaciones en medicina I: Introducción, antecedentes a la IA y robótica. *Atención Primaria*, 52(10), 778–784.
- Axpe, M. (2024). Complejidad, inteligencia artificial y ética. *Revista Iberoamericana de Complejidad y Ciencias Económicas*, 2(2), 63–77.
- Ayuso, D., & Gutiérrez, P. (2022). La inteligencia artificial como recurso educativo durante la formación inicial del profesorado. *AIESAD*. <http://hdl.handle.net/10662/25526>
- Baidoo, D., & Owusu, L. (2023). Education in the era of generative artificial intelligence (AI): Understanding the potential benefits of ChatGPT in promoting teaching and learning. *Journal of AI*, 7(1), 52–62. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/3307311>
- Bailenson, J., Blascovich, J., Beall, A., & Loomis, J. (2003). Interpersonal distance in immersive virtual environments. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 29(7), 819–833. <https://doi.org/10.1177/0146167203029007002>
- Baker, R., & Inventado, P. (2014). Educational data mining and learning analytics. *En J. Larusson & B. White (Eds.), Learning analytics* (pp. 61–75). *Springer*. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-3305-7_4
- Baker, R., Corbett, A., Roll, I., & Koedinger, K. (2008). Developing a generalizable detector of when students game the system. *User Modeling and User-Adapted Interaction*, 18(3), 287–314.
- Bao, Z. (2021). Analysis on economic situation and marketing strategies of New Oriental Education. *En R. Thurasamy, I. Majid, N. Rahman, & A. Zulkafli (Eds.), Proceedings of the 2021 3rd International Conference on Economic Management and Cultural Industry (ICEMCI 2021)* (pp. 1075–1079). Atlantis Press. <https://doi.org/10.2991/assehr.k.211209.175>
- Berber, S., Brückner, M., Maurer, N., & Huwer, J. (2025). Artificial intelligence in chemistry research—Implications for teaching and learning. *Journal of Chemical Education*, 102(4), 1445–1456. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.4c01033>
- Bermúdez, E., Caizaguano, M., Rodríguez, G., & Llor, V. (2025). La evolución del educador: Competencias clave para un mundo en constante cambio. *Conexión Científica Revista Internacional*, 2(2), 41–54.
- Bermúdez, L., & Amaíz, C. (2017). Competencias socioemocionales de los docentes en formación. *Acción Pedagógica*, 26(1), 120–129.

- Bond, M., Buntins, K., Bedenlier, S., Zawacki-Richter, O., & Kerres, M. (2020). Mapping research in student engagement and educational technology in higher education: A systematic evidence map. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 17, Article 2. <https://doi.org/10.1186/s41239-019-0176-8>
- Budini, N., Marino, L., Giuliano, M., Carreri, R., Cámara, C., & Giorgi, S. (2019). Uso del inventario sobre el concepto de fuerza como herramienta para monitorear el cursado de Física I. *Revista de Enseñanza de la Física*, 31(Extra), 107–114.
- Campos, E., Tecpan, S., & Zavala, G. (2021). Argumentación en la enseñanza de circuitos eléctricos aplicando aprendizaje activo. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 43, e20200463. <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2020-0463>
- Candela-Rodríguez, B. F. (2023). Elementos de la práctica reflexiva en la formación y desarrollo profesional de los docentes. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (54), 339–354.
- Cantillo, N. R. D. L. H. (2023). Competencias docentes para fomentar una praxis contextualizada de la educación ética y valores morales. *Revista Latinoamericana Ogmios*, 3(7), 25–38.
- Carbonell-Alcocer, A., Sanchez-Acedo, A., Benítez-Aranda, N., & Gertrudix, M. (2024). Impacto de la inteligencia artificial generativa en la eficiencia, calidad e innovación en la producción de recursos educativos abiertos para MOOCs. *Comunicación y Sociedad*, 1–31. <https://doi.org/10.32870/cys.v2025.8784>
- Carrascosa-Alís, J. (2014). Ideas alternativas en conceptos científicos. *Revista Científica*, 18(1), 112–137. <https://doi.org/10.14483/23448350.5591>
- Castaño, J. A. V. (2023). Utilización de la inteligencia artificial mediante la herramienta ChatGPT como nueva metodología de enseñanza-aprendizaje en estudios universitarios. *Revista del Congrés Internacional de Docència Universitària i Innovació (CIDUI)*, (6).
- Castillo, E., Tapia, N., Placencia, S., & Pavón, C. (2024). Use of artificial intelligence in high school mathematics teaching. *Revista Iberoamericana de Educación*, 8(3), 29–36. <https://doi.org/10.31876/ie.v8i3.273>
- Centro Común de Investigación, Comisión Europea. (2025). Digital competence framework for educators (DigCompEdu). https://joint-research-centre.ec.europa.eu/digcompedu_en
- Chen, L., Chen, P., & Zhijian, L. (2020). Artificial intelligence in education: A review. *IEEE Access*, 8, 75264–75278. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2988510>
- Chi, M. (2005). Commonsense conceptions of emergent processes: Why some misconceptions are robust. *The Journal of the Learning Sciences*, 14(2), 161–199.
- Chávez, C. M. R. (2025). Inteligencia artificial generativa en la formación docente: Uso de prompts para el diseño de planeaciones didácticas y sus implicaciones pedagógicas. *Revista Iberoamericana de Tecnologías y Educación (RITE)*, 4(1).

- Clow, D. (2012). The learning analytics cycle: Closing the loop effectively. In *LAK '12: Proceedings of the 2nd International Conference on Learning Analytics and Knowledge* (pp. 134–138).
- Cordero, M. (2024). Inteligencia artificial en el aula: Oportunidades y desafíos para la didáctica de la matemática y física universitaria. *Revista Internacional de Pedagogía e Innovación Educativa*, 4(1), 193–207. <https://doi.org/10.51660/ripie.v4i1.154>
- Cordero, S., & Dumrauf, A. (2017). Enseñanza de las ciencias naturales, ideas previas y saberes de estudiantes: Su consideración y abordaje en las situaciones didácticas. *Trayectorias Universitarias*, 3(5), 3–10.
- Crouch, C., & Mazur, E. (2001). Peer instruction: Ten years of experience and results. *American Journal of Physics*, 69(9), 970–977. <https://doi.org/10.1119/1.1374249>
- Cruz Guimaraes, J. L., Villafranca Sánchez, F. J., & Taype Segama, O. (2024). Revolucionando el aprendizaje: El papel de la inteligencia artificial en la educación universitaria. *Revista Tribunal*, 4(9), 525–540. <https://doi.org/10.59659/revistatribunal.v4i9.81>
- Cruz, P., & Hernández, L. (2022). La tendencia pedagógica basada en competencias: Hacia una nueva calidad de educación. *Sophia*, 18(1), 5.
- Cuellar, Z. (2009). *Las concepciones alternativas de los estudiantes sobre la naturaleza de la materia*. *Revista Iberoamericana de Educación*, 50(2), 1–10.
- Cámara, J. (2024). El uso de la IA como herramienta para la investigación académica: Políticas editoriales y condicionantes éticos en el camino hacia su normalización. *Derecom*, 37(1), 33–46. <https://doi.org/10.5209/dere.98112>
- Cánovas, O. (2023). Explorando el papel de la IA en la educación universitaria de la informática a través de una conversación. En *Actas de las XXIX Jornadas sobre la Enseñanza Universitaria de la Informática* (pp. 217–224). <https://rua.ua.es/server/api/core/bitstreams/7358b40c-859f-450d-b1b0-3901db6cd883/content>
- Dellepiane, P. (2020). Introducción a la educación basada en competencias para una nueva educación superior. DIM: *Didáctica, Innovación y Multimedia*, (38). <https://raco.cat/index.php/DIM/article/view/371587>
- Dreyfus, B., Hoehn, J., Elby, A., Finkelstein, N., & Gupta, A. (2019). Splits in students' beliefs about learning classical and quantum physics. *International Journal of STEM Education*, 6, 10. <https://doi.org/10.1186/s40594-019-0187-y>
- Fagen, A., Crouch, C., & Mazur, E. (2002). Peer instruction: Results from a range of classrooms. *The Physics Teacher*, 40(4), 206–209. <https://doi.org/10.1119/1.1474140>
- Fernández, M., & Caballero, P. (2017). El libro de texto como objeto de estudio y recurso didáctico para el aprendizaje: Fortalezas y debilidades. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 20(1), 201–217. <https://www.redalyc.org/pdf/2831/283121712003.pdf>

- Fernández, R. (2015). *Ideas alternativas de los estudiantes del curso de Física 1 de la Facultad de Ingeniería sobre la mecánica*. Universidad de Piura.
- Ferreira, F., & Alves, J. (2022). Estética y simetría en las concepciones alternativas de espacio en la mecánica newtoniana. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 17(3), 590–606.
- Flores-García, S., Chávez-Pierce, J., Luna-González, J., González-Quezada, M., González-Demos, V., & Hernández-Palacios, A. (2008). El aprendizaje de la física y las matemáticas en su contexto. *Culcyt*, 5(24), 19–24.
- Foster, M. (2023). Evaluating the impact of supplemental computer-assisted math instruction in elementary school: A conceptual replication. *Journal of Research on Educational Effectiveness*, 17(1), 94–118. <https://doi.org/10.1080/19345747.2023.2174919>
- Gairín, J., & Alguacil, L. (2024). *La gestión de la inteligencia artificial en los contextos universitarios iberoamericanos*. EDO-Serveis, Universitat Autònoma de Barcelona.
- García, D., & Ríos, M. (2022). Recursos educativos abiertos: El Portal Abierto UNES (Universidad-Escuela). *Revista UNES. Universidad, Escuela y Sociedad*, (13), 137–147. <https://doi.org/10.30827/unes.i13.26138>
- García-Peñalvo, F. (2024). Inteligencia artificial generativa y educación: Un análisis desde múltiples perspectivas. *Education in the Knowledge Society*, 25, e31942. <https://doi.org/10.14201/eks.31942>
- Garofalo, J., Salazar, J., Guevara, C., & Chisag, A. (2020). Inteligencia artificial, sistemas inteligentes, agentes inteligentes. *RECIMUNDO: Revista Científica de la Investigación y el Conocimiento*, 4(2), 16–30.
- Garza, A. (2025). Ética y educación en el uso de la inteligencia artificial (IA) en las responsabilidades académicas. *Revista Holón*, 2(8), 75–87. <https://doi.org/10.48204/j.holon.n8.a7150>
- Glasserman, L., & Ramírez, M. (2014). Uso de recursos educativos abiertos (REA) y objetos de aprendizaje (OA) en educación básica. *Teoría de la Educación: Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*, 15(2), 86–107.
- González, M., Romero, M., Sgreccia, N., & Latorre, M. (2025). Marcos normativos para una IA ética y confiable en la educación superior: Estado de la cuestión. *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia (RIED)*, 28(2), 1–24. <https://doi.org/10.5944/ried.28.2.43511>
- Guadagno, R., Gonzenbach, V., Puddy, H., Fishwick, P., Kitagawa, M., Urquhart, M., ... Raj, A. (2021). A usability study of classical mechanics education based on hybrid modeling: Implications for sustainability in learning. *Sustainability*, 13(20), 11225. <https://doi.org/10.3390/su132011225>
- Gómez, C., Del Pozo, M., Martínez, C., & Martín del Campo, A. (2020). *La inteligencia artificial al servicio del bien social en América Latina y el Caribe: Panorámica regional e instantáneas de doce países*. BID.

- Heffernan, N., & Heffernan, C. (2014). The ASSISTments ecosystem: Building a platform that brings scientists and teachers together for minimally invasive research on human learning and teaching. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 24, 470–497. <https://doi.org/10.1007/s40593-014-0024-x>
- Heller, P., & Hollabaugh, M. (1992). Teaching problem solving through cooperative grouping. Part 2: Designing problems and structuring groups. *American Journal of Physics*, 60(7), 637–644. <https://doi.org/10.1119/1.17118>
- Hernández-Campos, M., & Murillo-Quirós, N. (2019). Instrucción entre pares y enseñanza justo a tiempo: Una experiencia en la enseñanza de la física en educación superior. *Cuadernos de Investigación UNED*, 11(2), 130–136. <https://doi.org/10.22458/urj.v11i2.2310>
- Hernández-Fernández, A. (2023). ¿Didáctica con ChatGPT? Una propuesta ética y pedagógica. En *Educación, tecnología, innovación y transferencia del conocimiento* (pp. 1035–1055). Dykinson.
- Hestenes, D., Wells, M., & Swackhamer, G. (1992). Force concept inventory. *The Physics Teacher*, 30(3), 141–158.
- Huerta, L. (2017). Concepciones alternativas mayoritarias sobre Universo en profesores de Física en formación. *Estudios Pedagógicos (Valdivia)*, 43(2), 147–162. <https://doi.org/10.4067/S0718-07052017000200008>
- IIIA-CSIC. (2017). Barcelona Declaration for the Proper Development and Usage of Artificial Intelligence in Europe. <https://www.iiia.csic.es/barcelonadeclaration/>
- Isusqui, J., Villavicencio, I., Inga, C., Gutiérrez, H., Díaz, B., & Amaya, K. (2023). *La inteligencia artificial al servicio de la gestión y la implementación en la educación*. Editorial Mar Caribe. <https://doi.org/10.31219/osf.io/z2y7c>
- Izquierdo-Morán, A., Jara-Contreras, J., Ballesteros-Coello, H., & Álvarez-Laborde, A. (2025). Manejo del ChatGPT en actividades académicas en estudiantes universitarios, Ecuador. *Episteme Koinonía*, 8(15), 85–100. <https://doi.org/10.35381/e.k.v7i14.4359>
- Jarquín-Ramírez, M. R., Alonso-Martínez, H., & Díez-Gutiérrez, E. (2024). Alcances y límites educativos de la IA: Control e ideología en el uso de ChatGPT. *DIDAC*, (84), 84–102. https://doi.org/10.48102/didac.2024.84_JUL-DIC.217
- Johnson, D., Johnson, R., & Smith, K. (2006). *Active learning: Cooperation in the college classroom*. Interaction Book Company.
- Kanobel, M. C. (2024). ¿Cómo impacta la inclusión de un chatbot en la dinámica del aula universitaria? Una experiencia con estudiantes de ingeniería. En *Actas del 1er Congreso Internacional en Inteligencia Artificial y Educación (CIIAE)*.
- Kasinathan, V., Mustapha, A., & Medi, I. (2017). Adaptive learning system for higher learning. *8th International Conference on Information Technology (ICIT)* (pp. 960–970). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICITECH.2017.8079975>
- Khan, S. (2012). *The one world schoolhouse: Education reimagined*. Twelve.
- Knight, J., & Wood, W. (2005). Teaching more by lecturing less. *CBE—Life Sciences Education*, 4(4), 298–310. <https://doi.org/10.1187/05-06-0082>

- Labster. (2024). Labster virtual lab simulations. <https://www.labster.com/>
- Lasry, N., Mazur, E., & Watkins, J. (2008). Peer instruction: From Harvard to the two-year college. *American Journal of Physics*, 76(11), 1066–1069. <https://doi.org/10.1119/1.2978182>
- Lazarte, G., Pérez, A., & Diaz, L. (2024). Inteligencia artificial para la enseñanza de la física: Exploración de BERT en el contexto de experimentos físicos. *En Simposio Argentino de Inteligencia Artificial y Ciencias de Datos (ASAIID 2024) – JALIO 53*.
- Lizano, F., & Idoyaga, N. (2025). Teachers' perspective on the use of artificial intelligence on remote experimentation. *Education and Information Technologies*, 28(12), 13429–13449. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-120631>
- Lucero, E. (2024). Transformando la educación: IA y realidades aumentada y virtual en la formación docente. *European Public & Social Innovation Review*, 9(1), 1–16.
- Machado, M. (2022). El aprendizaje entre pares y sus efectos en el desempeño de los estudiantes. *Desarrollo y Sociedad*, 92, 11–43. <https://doi.org/10.13043/DYS.92.1>
- Martínez, K. A. J., Rodríguez, P. G. G., & Jacobo, A. I. H. (2024). *Uso y creación de recursos educativos abiertos por docentes en el TecNM en Coatzacoalcos*. *Revista ULEAM Bahía Magazine (UBM)*, 5(9), 19–24. <https://doi.org/10.56124/ubm.v5i9.003>
- Mazur, E. (1997). *Peer instruction: A user's manual*. Prentice Hall.
- Mercado del Collado, R. J., & Llacá Reyes, R. A. (2024). *ChatGPT como compañero cognitivo*. *Revista Paraguaya de Educación a Distancia (REPED)*, 5(2), 17–31. <https://doi.org/10.56152/reped2024-dossierIA1-art2>
- Moreira, M. (2002). A teoria dos campos conceituais de Vergnaud, o ensino de ciências e a pesquisa nesta área. *Investigações em Ensino de Ciências*, 7(1), 7–29.
- Moreno, R. (2019). La llegada de la inteligencia artificial a la educación. *RITI Journal*, 7(14), 260–270.
- Mosquera, K., Días, C., Lozada, A., & Cuichán, E. (2024). Más allá de los libros de texto: El potencial de los recursos educativos abiertos en la propuesta pedagógica institucional. *Latam: Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, 5(6), 2. <https://doi.org/10.56712/latam.v5i6.3073>
- Murillo-Quirós, N., & Hernández-Campos, M. (2018). Implementación de instrucción entre pares en cursos de Física General: Sistematización de una experiencia en el Instituto Tecnológico de Costa Rica. *Revista de Enseñanza de la Física*, 30(2), 49–58. <https://doi.org/10.55767/2451.6007.v30.n2.22735>
- Nguyen, A., Kremantzis, M., Essien, A., Petrounias, I., & Hosseini, S. (2024). Enhancing student engagement through artificial intelligence (AI): Understanding the basics, opportunities, and challenges. *Journal of University Teaching and Learning Practice*, 21(6), 1–13.
- Ochoa, M., Espinoza, P., Vargas, C., & Vargas, R. (2019). Inteligencia artificial como recursos educativos abiertos. *Revista Tecnológica Ciencia y Educación Edwards Deming*, 3(1), 36–49. <https://doi.org/10.37957/ed.v3i2.18>

- Ordoñez, J. (2025). Desarrollo de estrategias efectivas para la integración de chatbots educativos en ambientes virtuales de aprendizaje [Tesis de posgrado, Universidad Nacional de Chimborazo].
- O'Neil, C. (2016). *Weapons of math destruction: How big data increases inequality and threatens democracy*. Crown.
- Peñaherrera, W., Cunuhay, W., Nata, D., & Moreira, L. (2022). Implementación de la inteligencia artificial (IA) como recurso educativo. *RECIMUNDO*, 6(2), 402–413.
- Pino, J., Blanquicett, D., Arteaga, K., & Mosquera, J. (2024). El laboratorio virtual: Una estrategia para fortalecer el aprendizaje de masa y resorte en física. *Teknos*, 24(2), 62–77.
- Pérez, J. (2024). Ventajas, desventajas y usos de ChatGPT en la educación: Una revisión sistemática [Tesis de maestría, Universidad Miguel Hernández de Elche]. <https://dspace.umh.es/bitstream/11000/33042/1/TFM%20PEREZ%20GARCIA%2c%20JUAN%20ANTONIO.pdf>
- Redecker, C., & Punie, Y. (2017). *European framework for the digital competence of educators*. Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2760/159770>
- Rodríguez, Y., Parra-González, E., Zurita-Aguilar, K., Mejía, J., & Bonilla, D. (2023). ChatGPT: La inteligencia artificial como herramienta de apoyo al desarrollo de las competencias STEM. *ReCIBE*, 12(1), 5–12. <https://doi.org/10.32870/recibe.v12i1.291>
- Romero-Rodríguez, P. (2023). La incorporación del ChatGPT en la educación superior: Una mirada desde el paradigma de la complejidad. *593 Digital Publisher CEIT*, 8(5), 213–225. <https://doi.org/10.33386/593dp.2023.5.1976>
- Rosales, J., & Sulaiman, F. (2020). The development of integrated STEM-PBL physics module for learning classical mechanics in secondary education. *Solid State Technology*, 63(6), 19410–19433.
- Ruiz, L. (2007). Formación integral: Desarrollo intelectual, emocional, social y ético de los estudiantes. *Revista Universitaria de Sonora*, 1(1), 1–3.
- Salvi, L. (2025). *Formação docente na era da inteligência artificial: Desafios e possibilidades – Uma revisão sistemática da literatura* [Tesis de licenciatura, Universidade Federal de Santa Catarina]. Repositorio UFSC. <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/266513/TCC%20-%20Leonardo%20Monari%20Salvi.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Saló, C., Innerarity, D., & Gamito, M. (2024). Desigualdad algorítmica: Gobernanza, representación y derechos en la IA. CIDOB. <https://www.cidob.org/sites/default/files/2025-02/AFERS%20138.pdf>
- Sayán-Rivera, R. (2025). Inteligencia artificial en la enseñanza-aprendizaje de la Química: Tendencias, desafíos y oportunidades educativas. *Maestro y Sociedad*, 22(2), 1010–1024.

- Sekeroglu, B., Dimililer, K., & Tuncal, K. (2019). La inteligencia artificial en educación: Aplicación en la evaluación del desempeño del alumno. *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 28(1), 1–21. <https://doi.org/10.46377/dilemas.v28i1.1594>
- Smith, M., Wood, W., Adams, W., Wieman, C., Knight, J., Guild, N., & Su, T. (2009). Why peer discussion improves student performance on in-class concept questions. *Science*, 323(5910), 122–124. <https://doi.org/10.1126/science.1165919>
- Solano-Barliza, A. D., Ojeda, A. D., & Aarón-Gonzalvez, M. (2024). Análisis cuantitativo de la percepción del uso de inteligencia artificial ChatGPT en la enseñanza y aprendizaje de estudiantes de pregrado del Caribe colombiano. *Formación Universitaria*, 17(3), 129–138.
- Sologuren, E., Echard, B., Luna, D., Grez, F., Beltrán, M., & Valenzuela, M. (2022). Competencias socioemocionales en la identidad profesional de los profesores en formación. *Cuaderno de Pedagogía Universitaria*, 19(37), 115–132.
- Sáenz, F., & Hernández, H. (2021). Ideas previas acerca de la mecánica clásica de los ingresantes de Ingenierías y Física de la Universidad Nacional del Sur. *Revista de Enseñanza de la Física*, 33(E), 579–589.
- Sánchez, A., Antelm, A., Marín, C., & Gil, A. (2023). Tutoría entre pares y su relación con habilidades sociales del estudiante de formación profesional. *Revista de Educación de la Universidad de Granada*, 30, 58–74.
- Sánchez, O. M., Amar, R. M., & Triadú, J. X. (2018). Habilidades blandas: Necesarias para la formación integral del estudiante universitario. *Revista Científica ECOCIENCIA*, 5, 1–18.
- Tabuenca, B., Verpoorten, D., Ternier, S., Westera, W., & Specht, M. (2013). Fomento de la práctica reflexiva sobre el aprendizaje mediante el uso de tecnologías móviles. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, 37.
- Tapalova, O., & Zhiyenbayeva, N. (2022). Artificial intelligence in education: AIED for personalised learning pathways. *The Electronic Journal of e-Learning*, 20(5), 639–653. <http://www.ejel.org>
- UNESCO. (2020). *Artificial intelligence and inclusion: Compendium of promising initiatives—Mobile Learning Week 2020*. UNESCO.
- UNESCO. (2022). Recomendación sobre la ética de la inteligencia artificial. <https://www.unesco.org/es/articles/recomendacion-sobre-la-etica-de-la-inteligencia-artificial>
- UNESCO. (2023). Directrices para la formulación de políticas y planes maestros de TIC en educación. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000385091/PDF/385091spa.pdf.multi>
- UNESCO. (2024a). AI competency framework for teachers. https://www.cedefop.europa.eu/files/unesco_ai_competency_framework_for_teachers.pdf

- UNESCO. (2024b). Aprendizaje digital y transformación de la educación. <https://www.unesco.org/es/digital-education>
- Úsuga, D. (2024). Integración de la inteligencia artificial (IA) en el currículo: Hacia un aprendizaje adaptativo y personalizado [Tesis de grado, Universidad de La Sabana]. <http://hdl.handle.net/10818/63575>
- VanLehn, K. (2011). The relative effectiveness of human tutoring, intelligent tutoring systems, and other tutoring systems. *Educational Psychologist*, 46(4), 197–221. <https://doi.org/10.1080/00461520.2011.611369>
- Varas, M., Villalva, E., & Avilés, J. (2018). Errores conceptuales, actitudes y creencias sobre el aprendizaje de la física. *Revista Espacios*, 39(30), 21–29.
- Varas, M., Villalva, E., & Nieto, A. (2018). *Actitudes y creencias en el aprendizaje de la física clásica*. CIDEPRO.
- Vera Romero, C. A. (2025). Inteligencia artificial, ¿herramienta liberadora o fuerza alienante? [Tesis de filosofía, Universidad Nacional Abierta y a Distancia]. <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/69067/caveraro.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Vergnaud, G. (1982). A classification of cognitive tasks and operations of thought involved in addition and subtraction problems. En T. Carpenter, J. Moser, & T. Romberg (Eds.), *Addition and subtraction: A developmental perspective* (pp. 39–59). Routledge.
- Vidhani, D., & Mariappan, M. (2024). Optimizing human–AI collaboration in chemistry: A case study on enhancing generative AI responses through prompt engineering. *Chemistry*, 6(4), 723–737. <https://doi.org/10.3390/chemistry6040043>
- Wang, T., Lund, B., Marengo, A., Pagano, A., Mannuru, N., Teel, Z., & Pange, J. (2023). Exploring the potential impact of artificial intelligence (AI) on international students in higher education: Generative AI, chatbots, analytics, and international student success. *Applied Sciences*, 13(11), 7116. <https://doi.org/10.3390/app13116716>
- Weatherby, L. (2023). El ChatGPT es una máquina de ideología. *Jacobin Latinoamérica*. <https://jacobinlat.com/2023/04/21/elChatgpt-es-una-maquina-de-ideologia/>
- Weber, R. (2024). A formação de professores focada na vigilância epistemológica: Pautada pela compreensão das relações entre fatores epistêmicos e sociais na construção da mecânica clássica [Tesis doctoral, Universidade Federal do Rio Grande do Sul]. <http://hdl.handle.net/10183/281972>
- Woolf, B. (2010). *Building intelligent interactive tutors: Student-centered strategies for revolutionizing e-learning*. Morgan Kaufmann.
- Zárate, G. (2025). Análisis de la integración de ChatGPT en el aprendizaje universitario con apoyo de blogs. *Comunicar*, 33(80), 60–74. <https://doi.org/10.5281/zenodo.15565833>

9. ANEXOS

9.1. ANEXO I: ANALISIS DESCRIPTIVO DE LA ENCUESTA EN EL PRIMER SEMESTRE

Pregunta	Tipo de Variable	Correlación Usada
¿Qué edad tiene actualmente?	Cuantitativa continua	Pearson o Spearman
Seleccione su género.	Categoría nominal	Chi-cuadrado
¿Cuál es su jornada de estudios en la carrera?	Categoría nominal	Chi-cuadrado
Indique el tipo de institución en el que alcanzo el título de bachiller:	Categoría nominal	Chi-cuadrado
¿La institución está dentro de Guayaquil?	Categoría nominal	Chi-cuadrado
¿Vive dentro de la ciudad de Guayaquil?	Categoría nominal	Chi-cuadrado
¿Cuál es su estado civil?	Categoría nominal	Chi-cuadrado
¿Tiene hijos(as)?	Cuantitativa discreta	Spearman
Nivel educativo del padre	Ordinal	Spearman
Nivel educativo de la madre	Ordinal	Spearman
Estado socioeconómico	Ordinal	Spearman
¿Trabaja actualmente?	Categoría nominal	Chi-cuadrado
¿Tiene internet en casa?	Categoría nominal	Chi-cuadrado
Dispositivo usado para acceso académico	Categoría nominal	Chi-cuadrado

Coefficiente de correlación de Spearman:

	Edad	Hijos	EducacionPadre	EducacionMadre	ClaseSocial
Edad	1	0,59	0,09	-0,06	0,14
Hijos	0,59	1	0	-0,13	-0,08
EducacionPadre	0,09	0	1	0,32	-0,07
EducacionMadre	-0,06	-0,13	0,32	1	-0,08
ClaseSocial	0,14	-0,08	-0,07	-0,08	1

Chi-cuadrado:

Variable 1	Variable 2	Chi-cuadrado	Grados de libertad	Valor p	¿Asociación significativa?
Genero	Jornada	4.65	2	0.0979	No
Genero	Tipoinstitucion	2.19	4	0.7015	No
Genero	Trabajo	27.03	12	0.0076	Si
Jornada	Trabajo	25.1	6	0.0003	Si
Genero	Dispositivo	6.57	6	0.3624	No
InternetCasa	Dispositivo	0.62	3	0.8919	No

9.2. ANEXO II: ANALISIS DE LAS PRUEBAS DURANTE EL PRIMER SEMESTRE

Estadísticos descriptivos:

	count	mean	std	min	25%	50%	75%	max
PM1_E	37	5,03	0,99	3	4	5	6	7
PM2_E	35	5,11	1	3	4	5	6	7
PN1_E	21	4,86	1,28	2	4	5	6	7
PN2_E	24	4,83	0,87	3	4	5	5,25	6
PM1_S	37	9,89	1,02	8	9	10	11	12
PM2_S	35	9,89	0,93	8	9	10	10	12
PN1_S	21	10,05	1,02	7	10	10	11	12
PN2_S	24	10	1,02	8	9	10	11	12

Prueba de Normalidad Shapiro-Wilk:

Grupo	Estadístico W	Valor p	¿Distribución normal?
PM1_E	0,8903	0,0016	No
PM2_E	0,8955	0,003	No
PN1_E	0,9338	0,1639	Si
PN2_E	0,8646	0,0041	No
PM1_S	0,8991	0,0028	No
PM2_S	0,8921	0,0024	No
PN1_S	0,8479	0,0039	No
PN2_S	0,9126	0,0401	No

Comparación de los resultados en la prueba de entrada con Kruskal-Wallis:

Comparación	Estadístico H	Valor p	¿Diferencias significativas?
PM1_E vs PM2_E vs PN1_E vs PN2_E	0,8454	0,8386	No

Comparación de los resultados en las pruebas de entrada vs las de salida con Wilcoxon:

Grupo	Estadístico W	Valor p	¿Mejora significativa?
PM1	0,0	0,0	Si
PM2	0,0	0,0	Si
PN1	0,0	0,0	Si
PN2	0,0	0,0	Si

Comparación de las mejoras (Resultado por estudiantes en la prueba de salida – prueba de entrada) con Kruskal-Wallis:

Comparación	Estadístico H	Valor p	¿Diferencias significativas?
Mejoras en PM1 vs PM2 vs PN1 vs PN2	1,517	0,6784	No

9.3. ANEXO III: ANALISIS DESCRIPTIVO DE LA ENCUESTA EN EL SEGUNDO SEMESTRE

Coeficiente de correlación de Spearman:

	Edad	Hijos	EducacionPadre	EducacionMadre	ClaseSocial
Edad	1	0,63	0,07	-0,07	0,14
Hijos	0,63	1	-0,09	-0,09	0,01
EducacionPadre	0,07	-0,09	1	0,44	-0,13
EducacionMadre	-0,07	-0,09	0,44	1	-0,21
ClaseSocial	0,14	0,01	-0,13	-0,21	1

Chi-cuadrado:

Variable 1	Variable 2	Estadístico Chi²	Valor p	¿Asociación significativa?
Genero	Jornada	7,24	0,0268	Si
Genero	TipolInstitucion	4,48	0,3451	No
Genero	InstitucionGuayaquil	1,76	0,4141	No
Genero	ViveGuayaquil	0,86	0,6497	No
Genero	EstadoCivil	3,18	0,7854	No
Genero	Trabajo	18,85	0,0923	No
Genero	InternetCasa	0,29	0,8657	No
Genero	Dispositivo	6	0,4233	No
Jornada	TipolInstitucion	0,08	0,9629	No
Jornada	InstitucionGuayaquil	1,26	0,2626	No
Jornada	ViveGuayaquil	1,01	0,3156	No
Jornada	EstadoCivil	2,95	0,4	No
Jornada	Trabajo	19	0,0042	Si
Jornada	InternetCasa	0,05	0,823	No
Jornada	Dispositivo	5,47	0,1406	No
TipolInstitucion	InstitucionGuayaquil	3,07	0,2151	No
TipolInstitucion	ViveGuayaquil	2,33	0,3124	No
TipolInstitucion	EstadoCivil	14,01	0,0295	Si
TipolInstitucion	Trabajo	12,7	0,3915	No
TipolInstitucion	InternetCasa	1,19	0,5504	No
TipolInstitucion	Dispositivo	3,19	0,784	No
InstitucionGuayaquil	ViveGuayaquil	43,09	0	Si
InstitucionGuayaquil	EstadoCivil	2,05	0,5623	No
InstitucionGuayaquil	Trabajo	5,14	0,5265	No
InstitucionGuayaquil	InternetCasa	0,05	0,8204	No
InstitucionGuayaquil	Dispositivo	1,87	0,6003	No
ViveGuayaquil	EstadoCivil	0,7	0,8728	No
ViveGuayaquil	Trabajo	5,14	0,5258	No
ViveGuayaquil	InternetCasa	0	1	No
ViveGuayaquil	Dispositivo	1,27	0,7354	No
EstadoCivil	Trabajo	40,21	0,002	Si
EstadoCivil	InternetCasa	1,49	0,6855	No
EstadoCivil	Dispositivo	7,85	0,5495	No
Trabajo	InternetCasa	3,33	0,7663	No
Trabajo	Dispositivo	14,48	0,6975	No
InternetCasa	Dispositivo	9,34	0,0251	Si

9.4. ANEXO IV: ANALISIS DE LAS PRUEBAS DURANTE EL SEGUNDO SEMESTRE

Estadísticos descriptivos:

	count	mean	std	min	25%	50%	75%	max
PM1_E	29	4,93	1,03	3	4	5	6	7
PM2_E	27	5,22	1,4	2	4	6	6	8
PN1_E	28	5,25	1,17	3	5	5	6	8
PN2_E	26	4,65	1,16	2	4	5	5	7
PM1_S	29	8	1,1	6	7	8	9	11
PM2_S	27	7,96	0,9	6	8	8	8	10
PN1_S	28	7,79	1,13	6	7	8	8	10
PN2_S	26	8,42	0,81	7	8	8	9	10

Prueba de Normalidad Shapiro-Wilk:

Grupo	Estadístico W	Valor p	¿Distribución normal?
PM1_E	0,9184	0,0278	No
PM2_E	0,905	0,0174	No
PN1_E	0,8737	0,0029	No
PN2_E	0,9397	0,1321	Si
PM1_S	0,897	0,0083	No
PM2_S	0,8705	0,003	No
PN1_S	0,9011	0,0122	No
PN2_S	0,8358	0,0008	No

Comparación de los resultados en la prueba de entrada con Kruskal-Wallis:

Comparación	Estadístico H	Valor p	¿Diferencias significativas?
PM1_E vs PM2_E vs PN1_E vs PN2_E	42,878	0,232	No

Comparación de los resultados en las pruebas de entrada vs las de salida con Wilcoxon:

Grupo	Estadístico W	Valor p	¿Mejora significativa?
PM1	0,0	0,0	Si
PM2	0,0	0,0	Si
PN1	12,5	0,0	Si
PN2	0,0	0,0	Si

Comparaciones Mann–Whitney U entre los grupos del segundo semestre:

Comparación	Estadístico U	Valor p	¿Diferencia significativa?
PM1 vs PM2	438	0,4391	No
PM1 vs PN1	481	0,2243	No
PM1 vs PN2	278,5	0,0883	No
PM2 vs PN1	400,5	0,7062	No
PM2 vs PN2	226	0,0229	Sí
PN1 vs PN2	223	0,0133	Sí

9.5. ANEXO V: PLANIFICACIÓN DE LAS CLASES DURANTE EL SEGUNDO SEMESTRE

Clase 1: Cinemática

Duración: 60 minutos

Tema: Movimiento rectilíneo uniforme (MRU) y movimiento rectilíneo uniformemente acelerado (MRUA)

Objetivo de aprendizaje: El estudiante comprende e interpreta los conceptos de desplazamiento, velocidad y aceleración en el contexto del MRU y MRUA, aplicando fórmulas básicas y resolviendo problemas con apoyo de ChatGPT.

Inicio (10 minutos):

El docente inicia la clase con una breve activación de conocimientos previos. Se formulan preguntas orientadoras como: “¿Qué entiendes por velocidad?”, “¿Cómo sabes si un objeto se mueve con rapidez constante o con aceleración?”. A continuación, se proyecta un breve video de 2 minutos que muestra ejemplos cotidianos de movimiento rectilíneo uniforme (como un tren en velocidad constante) y movimiento uniformemente acelerado (como una pelota rodando por una pendiente). El objetivo es conectar los conceptos con situaciones reales y motivar la participación.

Desarrollo (40 minutos):

Los estudiantes trabajan en parejas, cada una con acceso a un dispositivo conectado a internet. Se les entrega una guía de trabajo con instrucciones específicas para interactuar con ChatGPT. Esta guía contiene preguntas estructuradas para explorar los conceptos de cinemática a través del chatbot. Algunos ejemplos de tareas son:

- Preguntar a ChatGPT: “¿Cuál es la diferencia entre velocidad media y velocidad instantánea? Explica con un ejemplo.”
- Solicitar que el modelo formule un problema de MRUA y luego lo resuelva paso a paso.
- Pedir a ChatGPT que muestre una tabla de valores de posición vs. tiempo para un objeto que se mueve con velocidad constante de 5 m/s.
- Consultar: “¿Cómo se representa gráficamente un MRUA?” y luego interpretar la gráfica junto al docente.
- Identificar posibles errores o ambigüedades en las respuestas generadas por la IA y discutir las en clase.

Durante este tiempo, el docente recorre el aula, resuelve dudas, guía a quienes tienen dificultades técnicas y hace observaciones que promuevan el pensamiento crítico, como: “¿Confías en esa respuesta? ¿Cómo puedes verificarla?” o “¿Qué pasaría si cambiamos las condiciones iniciales del problema?”. La intención es que el uso de la inteligencia artificial no reemplace el razonamiento del estudiante, sino que lo estimule.

Cierre (10 minutos):

Para concluir la sesión, se realiza una breve socialización en plenaria. Algunas parejas comparten los ejemplos de problemas que resolvieron con ayuda de ChatGPT y explican qué aprendieron. El docente fomenta la reflexión con preguntas como: “¿Qué aprendiste con el apoyo del chatbot?”, “¿Qué cosas no resolvió bien ChatGPT?”, “¿Fue útil trabajar en pareja para analizar las respuestas?”. Finalmente, se aplica una evaluación formativa mediante un pequeño cuestionario tipo quiz que incluye tres preguntas conceptuales (por ejemplo: define aceleración, interpreta una gráfica de velocidad vs. tiempo) y un problema práctico sencillo de MRU o MRUA.

Clase 2: Leyes de Newton

Duración: 60 minutos

Tema: Las tres leyes del movimiento de Newton

Objetivo de aprendizaje: El estudiante comprende y aplica las tres leyes del movimiento de Newton en la resolución de problemas físicos simples, analizando situaciones reales e interacciones entre fuerzas con el apoyo de ChatGPT.

Inicio (10 minutos):

El docente inicia la clase con una breve contextualización sobre la importancia de las leyes de Newton. Se presentan ejemplos comunes como un auto frenando, una pelota siendo pateada o un pasajero que se inclina hacia adelante al detenerse un bus. Se formulan preguntas disparadoras como: “¿Por qué seguimos moviéndonos cuando el bus se detiene de golpe?”, o “¿Qué fuerzas están actuando cuando empujas una caja?”. A partir de estas preguntas, se introducen los nombres y enunciados generales de las tres leyes de Newton para activar el conocimiento previo.

Desarrollo (40 minutos):

Los estudiantes trabajan individualmente o en parejas, utilizando ChatGPT como herramienta de consulta y reflexión. El docente les entrega una guía de trabajo que incluye actividades para cada una de las tres leyes. Entre las tareas sugeridas están:

- Preguntar a ChatGPT: “Explícame con tus palabras la primera ley de Newton y dame un ejemplo cotidiano.”
- Formular un problema típico de la segunda ley, como: “Una caja de 10 kg es empujada con una fuerza de 30 N. ¿Cuál es su aceleración?” y pedir a ChatGPT que lo resuelva paso a paso.
- Solicitarle al chatbot una lista de situaciones donde se aplica la tercera ley, y luego discutir cuál es la acción y cuál la reacción en cada caso.
- Preguntar: “¿La acción y la reacción ocurren en el mismo cuerpo?” y analizar la respuesta.
- Desafío opcional: “Inventa un problema donde se apliquen las tres leyes de Newton y resuélvelo con ChatGPT.”

Durante el desarrollo, el docente observa cómo los estudiantes interactúan con las respuestas del chatbot. En caso de errores o confusiones, se interviene para clarificar: por ejemplo, si ChatGPT entrega una explicación ambigua de la tercera ley, el docente pide a los estudiantes que ilustren con un dibujo la interacción de pares de fuerza. También se anima a los estudiantes a comparar lo que sabían antes con lo que descubrieron durante la actividad.

Cierre (10 minutos):

En el cierre, se realiza una dinámica rápida: cada estudiante elige una de las tres leyes y la explica con un ejemplo distinto al que usó ChatGPT, fomentando la transferencia de conocimientos. Luego, el docente lanza algunas preguntas reflexivas: “¿Qué errores encontraste en las respuestas del chatbot?”, “¿En qué te ayudó conversar con la IA y en qué no?”, “¿Crees que podrías resolver los mismos problemas sin apoyo de ChatGPT?”. Finalmente, se realiza una evaluación corta en formato escrito, con preguntas como: identificar la ley aplicada en una situación, resolver un problema con datos numéricos y explicar un error conceptual común sobre acción y reacción.

Clase 3: Trabajo y Energía

Duración: 60 minutos

Tema: Trabajo mecánico, energía cinética, energía potencial y el teorema del trabajo y la energía

Objetivo de aprendizaje: El estudiante comprende los conceptos de trabajo, energía cinética, energía potencial y su conservación, resolviendo problemas sencillos mediante la interacción con ChatGPT.

Inicio (10 minutos):

El docente inicia preguntando a los estudiantes: “¿Qué entiendes por trabajo?”, “¿Qué relación tiene el trabajo con el esfuerzo que haces al subir una escalera o empujar un objeto?”. A partir de estas preguntas, se introducen los conceptos básicos de trabajo en física, diferenciándolo del uso cotidiano. Se menciona la fórmula del trabajo mecánico ($W = F \cdot d \cdot \cos\theta$) y se muestran ejemplos breves con imágenes o gestos físicos en clase para ilustrar situaciones con y sin trabajo (empujar una pared vs. levantar una caja).

Desarrollo (40 minutos):

Los estudiantes trabajan en grupos pequeños (máximo 3 personas), y cada grupo utiliza ChatGPT para resolver una serie de actividades guiadas. El docente distribuye una hoja de trabajo con las siguientes instrucciones:

- Preguntar a ChatGPT: “Explícame con un ejemplo qué es el trabajo en física y cuándo se considera positivo o negativo.”
- Introducir un problema como: “Una fuerza de 50 N actúa sobre una caja durante un desplazamiento de 3 metros. ¿Cuál es el trabajo realizado?” y verificar el resultado con ChatGPT.
- Consultar: “¿Cuál es la fórmula de la energía cinética y en qué se diferencia de la energía potencial?” Luego, proponer una situación donde se calculen ambas.
- Probar el teorema del trabajo y la energía: plantear un problema donde se calcule la variación de energía cinética a partir del trabajo realizado.
- Desafío: “Crea un problema con ChatGPT donde se aplique la conservación de la energía mecánica (sin fricción) y explícalo al grupo.”

Durante la actividad, el docente monitorea cómo interactúan los estudiantes con la IA, especialmente en el uso correcto de unidades, interpretación de los resultados y claridad conceptual. En caso de errores, se interviene con preguntas del tipo: “¿Qué unidades debería tener el resultado?”, “¿Qué pasa si la fuerza no está en la dirección del

desplazamiento?”. También se fomenta que los estudiantes comparen sus razonamientos con los resultados que ofrece el chatbot.

Cierre (10 minutos):

Para concluir, cada grupo elige un problema resuelto con ChatGPT y lo presenta brevemente al resto de la clase, explicando cómo interpretaron el resultado y qué aprendieron. El docente promueve la reflexión crítica con preguntas como: “¿Te ayudó la IA a comprender mejor la relación entre trabajo y energía?”, “¿Cómo verificaste que la respuesta de ChatGPT era correcta?”, “¿Qué harías diferente si no tuvieras acceso a la herramienta?”. Se finaliza con una evaluación rápida de tres preguntas tipo opción múltiple y un problema de aplicación para entregar al final de la clase.

Clase 4: Cantidad de Movimiento

Duración: 60 minutos

Tema: Cantidad de movimiento lineal, impulso, colisiones y conservación del momento lineal

Objetivo de aprendizaje: El estudiante comprende el concepto de cantidad de movimiento, relaciona impulso con cambio de momento y aplica el principio de conservación en colisiones simples, con el apoyo de ChatGPT como herramienta de exploración y verificación.

Inicio (10 minutos):

El docente inicia la sesión con una breve demostración física en el aula: por ejemplo, dejar caer una pelota de goma sobre una mesa o empujar dos carros de juguete hacia una colisión. A partir de esta observación, se hacen preguntas como: “¿Qué ocurre con el movimiento antes y después del choque?”, “¿Qué factores influyen en el rebote o en el cambio de dirección?”. Se introducen los conceptos de cantidad de movimiento ($p = m \cdot v$) e impulso ($I = F \cdot \Delta t$), destacando su relación con las fuerzas aplicadas y los cambios de movimiento.

Desarrollo (40 minutos):

Los estudiantes trabajan en parejas, utilizando ChatGPT para realizar las siguientes actividades propuestas en una guía de trabajo:

- Preguntar: “¿Qué es la cantidad de movimiento y por qué se conserva en ciertas condiciones?” y discutir la respuesta generada.
- Proponer una situación como: “Un objeto de 2 kg se mueve a 3 m/s. ¿Cuál es su cantidad de movimiento?” y pedir a ChatGPT que la resuelva, luego verificar el procedimiento.
- Consultar: “¿Qué es un impulso? ¿Cómo se relaciona con la fuerza y el tiempo?” y aplicar la fórmula en un ejemplo donde se detiene un objeto en movimiento.
- Formular un problema con dos objetos que colisionan y pedir a ChatGPT que determine si es una colisión elástica o inelástica, verificando con los estudiantes si la interpretación es correcta.
- Desafío: pedir al chatbot que invente un problema complejo donde se aplique la conservación del momento en una colisión oblicua, y luego discutir cómo podrían resolverlo manualmente.

Durante esta fase, el docente circula por el aula, asegurándose de que los estudiantes entienden los conceptos y no copian respuestas sin comprenderlas. Si un estudiante no puede interpretar una respuesta de ChatGPT, se le pide reformular la pregunta o explicar con sus palabras lo que la IA indicó. Se promueve el razonamiento físico más allá de la ejecución algorítmica.

Cierre (10 minutos):

En la fase final, los estudiantes discuten en grupo: “¿Qué tipo de colisión es más fácil de analizar y por qué?”, “¿Qué aprendiste al resolver problemas con ChatGPT?”, “¿En qué momento te ayudó más: para comprender un concepto o para resolver un cálculo?”. El docente recopila ejemplos de respuestas interesantes y las comenta con todo el curso, destacando aciertos y errores comunes. Para cerrar, se aplica una evaluación breve con una pregunta conceptual (por ejemplo, diferenciar impulso de fuerza), una aplicación numérica, y una situación para describir cómo se conserva el momento lineal.

9.6. ANEXO VI: ENCUESTA SOCIODEMOGRÁFICA

La encuesta y el cuestionario se lo realizará en Google Forms. Los estudiantes accederán con sus cuentas de Google, por lo que quedarán registradas sus respuestas con el nombre de cada usuario. Por este motivo no es necesario pedir el nombre, se registra automáticamente.

Previamente, se realizará de forma presencial, una charla introductoria, donde se explicará a detalle el proceso a seguir en cada grupo (experimental o de control). Y despejar dudas en los estudiantes en caso de existir. Durante la charla introductoria, se les pedirá a los participantes que firmen el consentimiento informado, que dirá lo siguiente:

Yo _____, estoy de acuerdo en facilitar información clara y verídica sobre factores sociodemográficos. Manifiesto haber recibido una explicación clara y completa sobre los propósitos y alcance de la información solicitada.

Esta investigación se realiza para la elaboración de una tesis doctoral en el programa de Doctorado en Educación en Ciencias Experimentales, de la Universidad Nacional del Litoral, Argentina. El objetivo general de la investigación es:

- *Evaluar el efecto de las actividades guiadas con el uso de Inteligencia Artificial, en el nivel de conocimiento conceptual acerca de temas de mecánica clásica en estudiantes de Licenciatura en Pedagogía de la Física de la Universidad de Guayaquil.*

Los objetivos específicos son:

- *Identificar los atributos sociodemográficos de la población de estudio mediante la aplicación de una encuesta.*
- *Diagnosticar el estado inicial de conocimiento conceptual de la población en estudio mediante la aplicación de una prueba de entrada.*
- *Implementar en el grupo experimental una secuencia didáctica centrada en la utilización de actividades guiadas con el uso de Inteligencia Artificial.*
- *Caracterizar el conocimiento conceptual de la de la población en estudio mediante la aplicación de una prueba de salida, luego de ser aplicada la intervención en el grupo de experimental.*
- *Elaborar recomendaciones didácticas para la utilización de actividades guiadas mediadas por Inteligencia Artificial en la enseñanza de contenidos de mecánica clásica.*

Igualmente, se me ha informado que es decisión mía brindar o no la información solicitada. En caso de no responder alguna pregunta o retirarse del proceso en cualquier momento, no conllevará ninguna sanción académica o disciplinaria. Así como los

puntajes que se obtendrán en los cuestionarios no formarán parte de la calificación académica.

Además, comprendo que la información que será presentada en las distintas publicaciones de resultados posteriores basadas en las respuestas tiene como objetivo estudiar las relaciones entre las variables consideradas, sin presentar datos particulares de cada encuestado, como nombres o datos específicos.

En caso de dudas, puede ponerse en contacto con el investigador principal, Christian Pavón, al mail: christian.pavonb@ug.edu.ec

Firma

La encuesta contiene las siguientes preguntas:

1. ¿Qué edad tiene actualmente? _____ años.
2. ¿Cuál es su jornada de estudios en la carrera?
 - a) Matutina
 - b) Nocturna
3. Género
 - a) Hombre
 - b) Mujer
 - c) Otros
4. Indique el tipo de institución en el que alcanzó el título de bachiller:
 - a) Pública
 - b) Privada
 - c) Fiscomisional
5. ¿La institución en el que alcanzó el título de bachiller está dentro de la ciudad de Guayaquil? Sí () No ()
6. ¿Vive dentro de la ciudad de Guayaquil? Sí () No ()

7. ¿Cuál es su estado civil?:
- a) Casado(a) / Unión libre / Unión legal
 - b) Soltero(a)
 - c) Separado(a)
 - d) Divorciado(a)
 - e) Viudo(a)
8. ¿Tiene hijos(as)?: Sí () No ()
- Indique el número de hijos si su respuesta fue afirmativa: _____
9. ¿Cuál fue el último año de estudios terminado de su padre?
- a) Ninguno
 - b) Primaria
 - c) Secundaria
 - d) Tercer nivel
 - e) Cuarto Nivel
 - f) Desconoce
10. ¿Cuál fue el último año de estudios terminado de su madre?
- a) Ninguno
 - b) Primaria
 - c) Secundaria
 - d) Tercer nivel
 - e) Cuarto Nivel
 - f) Desconoce
11. ¿Cuál diría que es su estado socioeconómico o situación económica actual?
- a) Pobreza
 - b) Clase media-baja
 - c) Clase media
 - d) Clase media-alta
 - e) Clase alta
12. ¿Trabaja actualmente? Sí () No ()
- Indique su relación laboral si su respuesta fue afirmativa:
- a) Tiempo completo
 - b) Medio tiempo
 - c) Tiempo parcial
 - d) Cobro por factura
 - e) Empleo informal
 - f) Emprendimiento propio

13. ¿Cuenta con servicio de internet (wifi) dentro de su vivienda? Sí () No ()

14. Indique el dispositivo a través del cual accede a internet para cuestiones académicas:

- a) Computadora de escritorio
- b) Computadora portátil (laptop)
- c) Teléfono inteligente (smartphone)
- d) Tablet

9.7. ANEXO VII: DETALLE DE ÁREAS DE COMPETENCIAS DIGITALES PARA EDUCADORES

Fuente: DigCompEdu framework (https://joint-research-centre.ec.europa.eu/digcompedu/digcompedu-framework_en)

Área	Subárea	Descripción
1: Compromiso Profesional	1.1 Comunicación organizacional	Utilizar las tecnologías digitales para mejorar la comunicación organizacional con el alumnado, las familias y terceros. Contribuir al desarrollo y la mejora colaborativos de las estrategias de comunicación organizacional.
	1.2 Colaboración Profesional	Utilizar las tecnologías digitales para colaborar con otros educadores, compartiendo e intercambiando conocimientos y experiencias, e innovando colaborativamente en las prácticas pedagógicas.
	1.3 Práctica Reflexiva	Reflexionar, evaluar críticamente y desarrollar activamente, individual y colectivamente, la propia práctica pedagógica digital y la de la comunidad educativa.
	1.4 Desarrollo Profesional Continuo Digital	Utilizar fuentes y recursos digitales para el desarrollo profesional continuo.
2: Recursos digitales	2.1 Selección de recursos digitales	Identificar, evaluar y seleccionar recursos digitales para la enseñanza y el aprendizaje. Considerar el objetivo de aprendizaje específico, el contexto, el enfoque pedagógico y el grupo de estudiantes al seleccionar recursos digitales y planificar su uso.
	2.2 Creación y modificación de contenido digital	Modificar y desarrollar recursos existentes con licencia abierta y otros recursos cuando esté permitido. Crear o cocrear nuevos recursos educativos digitales. Considerar el objetivo de aprendizaje específico, el contexto, el enfoque pedagógico y el grupo de estudiantes al diseñar recursos digitales y planificar su uso.
	2.3 Gestión, protección y compartición de recursos digitales	Organizar el contenido digital y ponerlo a disposición de estudiantes, padres y otros educadores. Proteger eficazmente el contenido digital sensible. Respetar y aplicar correctamente las normas de privacidad y derechos de autor. Comprender el uso y la creación de licencias abiertas y recursos educativos abiertos, incluyendo su correcta atribución.
Área 3: Enseñanza y Aprendizaje	3.1 Enseñanza	Planificar e implementar dispositivos y recursos digitales en el proceso de enseñanza para mejorar la eficacia de las intervenciones docentes. Gestionar y orquestar adecuadamente las intervenciones docentes digitales. Experimentar y desarrollar nuevos formatos y métodos pedagógicos para la instrucción.
	3.2 Orientación	Utilizar las tecnologías y servicios digitales para mejorar la interacción con los estudiantes, tanto individual como colectivamente, dentro y fuera de la sesión de aprendizaje. Utilizar las tecnologías digitales para ofrecer orientación y asistencia oportunas y específicas. Experimentar y desarrollar nuevas formas y formatos para ofrecer orientación y apoyo.

	3.3 Aprendizaje colaborativo	Utilizar las tecnologías digitales para fomentar y mejorar la colaboración entre los estudiantes. Facilitar el uso de las tecnologías digitales en tareas colaborativas, como medio para mejorar la comunicación, la colaboración y la creación colaborativa de conocimiento.
	3.4 Aprendizaje autorregulado	Utilizar las tecnologías digitales para apoyar el aprendizaje autorregulado del alumnado, es decir, permitirles planificar, supervisar y reflexionar sobre su propio aprendizaje, proporcionar evidencia de su progreso, compartir ideas y proponer soluciones creativas.
Área 4: Evaluación	4.1 Estrategias de evaluación	Utilizar las tecnologías digitales para la evaluación formativa y sumativa. Mejorar la diversidad y la idoneidad de los formatos y enfoques de evaluación.
	4.2 Análisis de la evidencia	Generar, seleccionar, analizar críticamente e interpretar la evidencia digital sobre la actividad, el rendimiento y el progreso del alumnado, con el fin de fundamentar la enseñanza y el aprendizaje.
	4.3 Retroalimentación y planificación	Utilizar las tecnologías digitales para proporcionar retroalimentación específica y oportuna al alumnado. Adaptar las estrategias de enseñanza y brindar apoyo específico, basándose en la evidencia generada por las tecnologías digitales utilizadas. Permitir que el alumnado y los padres comprendan la evidencia que proporcionan las tecnologías digitales y la utilicen para la toma de decisiones.
Área 5: Empoderamiento del Alumnado	5.1 Accesibilidad e inclusión	Garantizar la accesibilidad a los recursos y actividades de aprendizaje para todos los alumnos, incluidos aquellos con necesidades especiales. Considerar y responder a las expectativas, capacidades, usos y conceptos erróneos (digitales) de los alumnos, así como a las limitaciones contextuales, físicas o cognitivas que les impiden usar las tecnologías digitales.
	5.2 Diferenciación y personalización	Utilizar las tecnologías digitales para abordar las diversas necesidades de aprendizaje de los estudiantes, permitiéndoles avanzar a diferentes niveles y ritmos, y seguir itinerarios y objetivos de aprendizaje individuales.
	5.3 Involucrar activamente a los estudiantes	Utilizar las tecnologías digitales para fomentar la participación activa y creativa de los estudiantes en una materia. Utilizar las tecnologías digitales en estrategias pedagógicas que fomenten las habilidades transversales, el pensamiento profundo y la expresión creativa de los estudiantes. Abrir el aprendizaje a nuevos contextos del mundo real, que involucren a los estudiantes en actividades prácticas, investigación científica o resolución de problemas complejos, o que de otras maneras aumenten su participación activa en materias complejas.
Área 6: Facilitar la Competencia Digital de los Estudiantes	6.1 Alfabetización informativa y mediática	Incorporar actividades de aprendizaje, tareas y evaluaciones que requieran que los estudiantes articulen sus necesidades de información; encuentren información y recursos en entornos digitales; organicen, procesen, analicen e interpreten la información; y comparen y evalúen críticamente la credibilidad y fiabilidad de la información y sus fuentes.
	6.2 Comunicación y colaboración digital	Incorporar actividades de aprendizaje, tareas y evaluaciones que requieran que los estudiantes utilicen las tecnologías digitales de forma eficaz y responsable para la comunicación, la colaboración y la participación cívica.

	6.3 Creación de contenido digital	Incorporar actividades de aprendizaje, tareas y evaluaciones que requieran que los estudiantes se expresen a través de medios digitales y que modifiquen y creen contenido digital en diferentes formatos. Enseñar a los estudiantes cómo se aplican los derechos de autor y las licencias al contenido digital, cómo citar las fuentes y atribuir las licencias.
	6.4 Uso responsable	Tomar medidas para garantizar el bienestar físico, psicológico y social de los estudiantes durante el uso de las tecnologías digitales. Capacitar a los estudiantes para gestionar los riesgos y utilizar las tecnologías digitales de forma segura y responsable.
	6.5 Resolución de problemas digitales	Incorporar actividades de aprendizaje, tareas y evaluaciones que requieran que los estudiantes identifiquen y resuelvan problemas técnicos o transfieran conocimientos tecnológicos de forma creativa a nuevas situaciones.