

República Dominicana
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DEL CIBAO ORIENTAL (UTECO)
"Sembrando oro para forjar el futuro"



Facultad de Ciencias y Humanidades

Escuela de Matemática y Física

Proyecto de Grado Para Optar por el Título de Licenciatura en Educación, mención Matemática y Física

Título:

Percepción Docente Frente a la Integración de la Inteligencia Artificial en la Enseñanza de las Matemáticas en la Universidad UTECO.

Sustentado por:

Juan Damián Mejía

Leticia Martínez Lara

Wingler Santos Suarez

Dilenni Jiménez Otáñez

Gustavo E. Martínez Castro

Asesorado por:

Manuel Arismendy Batista Villa

Cotuí, Provincia Sánchez Ramírez.

Año académico 2025.

TÍTULO:

PERCEPCIÓN DOCENTE FRENTE A LA INTEGRACIÓN DE LA INTELIGENCIA
ARTIFICIAL EN LA ENSEÑANZA DE LAS MATEMÁTICAS EN LA UNIVERSIDAD
UTECO.

Contenido

CAPÍTULO I.DESCRIPCIÓN DEL ESCENARIO	1
Introducción	1
1.1 Descripción del contexto del proyecto	1
1.1.1 Ubicación geográfica de la UTECO	1
1.1.2 Contexto de la enseñanza de las matemáticas en UTECO.	3
1.1.3 Contexto de la inteligencia artificial en educación superior.....	3
1.2 Diagnóstico del Estado Actual de la Percepción Docente sobre la Integración de IA en la Enseñanza de Matemáticas en UTECO.	4
1.2.1 Objetivos del Diagnóstico	5
1.2.2 Metodología.....	6
1.2.3 Presentación de los resultados	8
1.2.4 Análisis de los resultados	9
1.3 Descripción del problema específico a solucionar con el proyecto	10
1.4 Análisis del problema.....	12
1.5 Análisis de objetivos	16
1.6 Justificación del Proyecto.....	24
1.7 Análisis de involucrados	27
CAPÍTULO II.REVISIÓN DE LITERATURA	30
2.1 Antecedentes	30
2.2 Marco teórico	36
2.2.1 Inteligencia Artificial: Definición y aplicaciones educativas.....	36
2.2.2 Teorías sobre adopción de tecnología educativa	38
2.2.3 Fundamentos de la educación matemática contemporánea.....	40
2.2.4 Percepciones docentes: Conceptualización y factores influyentes.....	42
2.2.5 Dimensiones éticas de la IA en educación	44
2.2.6 Transformación del rol docente en la era de la IA	46
2.2.7 Capacitación y desarrollo profesional docente en IA	48
2.3 Marco conceptual	49
CAPÍTULO III. PROPUESTA DE SOLUCIÓN DEL PROBLEMA SELECCIONADO	55
3.1 Descripción de la Propuesta	55
3.2 Alcances y Límites	56
3.3 Objetivos de la propuesta	57

3.4 Plan de acción.....	59
3.5 Cronograma de implementación	64
3.6 Presupuesto.....	67
3.7 Análisis de factibilidad.....	70
3.7.1 Factibilidad Técnica	70
3.7.2 Factibilidad Económica	71
3.7.3 Factibilidad Operativa	72
3.7.4 Factibilidad Política e Institucional	72
3.8 Sostenibilidad	73
3.8.1 Sostenibilidad Pedagógica.....	73
3.8.2 Sostenibilidad Tecnológica.....	74
3.8.3 Sostenibilidad Financiera	74
3.8.4 Sostenibilidad Institucional	75
3.9 Monitoreo y Seguimiento.....	76
CAPÍTULO IV.PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	77
4.1 Introducción	77
4.2 Perfil de los Docentes Participantes	78
4.2.1 Experiencia docente y formación académica	78
4.2.2 Asignaturas impartidas y carga académica.....	79
4.2.3 Alfabetización digital general.....	79
4.3 Resultados del Cuestionario Estructurado.....	80
4.3.1 Conocimiento sobre Inteligencia Artificial	80
4.3.2 Uso Actual de Tecnología y Herramientas de IA.....	81
4.3.3 Actitudes hacia la IA en Educación.....	82
4.3.4 Percepciones sobre Beneficios y Riesgos.....	83
4.3.5 Barreras Percibidas para la Integración de IA	84
4.3.6 Necesidades de Capacitación.....	84
4.4 Resultados de las Entrevistas Semiestructuradas	85
4.4.1 Experiencias Previas y Familiaridad con IA	85
4.4.2 Concepciones sobre el Rol del Docente en la Era de la IA	86
4.4.3 Preocupaciones Éticas y Pedagógicas	87
4.4.4 Visión sobre el Futuro de la Enseñanza de Matemáticas	88

4.4.5 Sugerencias para Implementación Institucional	88
4.5 Hallazgos de los Grupos Focales	89
4.5.1 Dilemas Pedagógicos Discutidos.....	89
4.5.2 Mejores Prácticas Emergentes.....	90
4.5.3 Propuestas de Políticas Institucionales	91
4.6 Síntesis de Hallazgos.....	92
CAPÍTULO V. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	93
5.1 Introducción	93
5.2 Análisis y Discusión de Resultados	93
5.2.1 Objetivo Específico 1: Nivel de Conocimiento y Alfabetización en IA	93
5.2.2 Objetivo Específico 2: Actitudes y Percepciones hacia la IA	95
5.2.3 Objetivo Específico 3: Barreras y Necesidades de Capacitación	96
5.3 Hallazgos Emergentes no Anticipados.....	97
5.4 Comparación con Contextos Internacionales y Latinoamericanos	98
5.5 Implicaciones Teóricas.....	99
5.6 Implicaciones Prácticas para UTECO.....	100
5.7 Limitaciones del Estudio	100
5.8 Conclusiones	101
5.9 Recomendaciones.....	103
5.10 Líneas Futuras de Investigación.....	105
Referencias bibliográficas.....	107

Dedicatorias

Agradezco infinitamente a Dios por ser mi fortaleza durante este proceso tan significativo para mí, **a la Universidad Tecnológica del Cibao Oriental (UTECO)** por convertirse en mi segundo hogar, de igual forma a cada uno de mis docentes especialmente a **Manuel Arismendy Batista**, por su dedicación y la motivación exhaustiva que les brinda a sus estudiantes la cual hicieron posible este trayecto.

Dedico este logro a mi madre, **Agustina Lara Reyes**, el motor de mi vida, por su sacrificio constante, e impulsarme a continuar con mi carrera y por su apoyo incondicional que hizo este sueño posible este logro no es solo mío si no tuyo también; y a mi abuela, **Teodora Jiménez Reyes**, mi auxilio constante, por cuidar a mis hijos con tanto amor, dándome la paz necesaria para culminar mis estudios.

A mi esposo, **Davilson Almonte**, le agradezco por ser mi compañero de batalla, por sacrificarse junto a mí en cada etapa y por no darme la espalda a pesar de las dificultades. De igual forma, agradezco honestamente a **Domingo Guzmán** por su valiosa mano amiga; tu apoyo en momentos de verdadera urgencia fue fundamental para sacarme de apuros y permitirme continuar cuando más lo necesité.

Este trabajo es el reflejo de un proceso lleno de desafíos y sacrificios compartidos. Gracias a todos por creer en mí y por ser la fuerza que me impulsó a llegar hoy a la meta. ¡Lo logramos!

Leticia Martínez Lara

Agradezco primeramente a Dios por darme la oportunidad de alcanzar este importante logro, por brindarme salud, sabiduría y fortaleza para culminar con éxito esta etapa de mi formación profesional.

A mi madre, por su amor incondicional, su apoyo constante y sus palabras de aliento en cada momento del camino. A mis hijos, Crisleydi Mejía y Daneyfri Mejía, quienes son mi mayor motivación y la razón principal para esforzarme cada día en ser un mejor ejemplo.

De manera especial, agradezco al conjunto de docentes del área de Matemática por sus valiosas orientaciones durante mi formación, en especial al profesor Manuel Arismendy Batista, quien me acompañó desde el inicio hasta el final de la carrera.

A todos, gracias por ser parte fundamental de este logro.

Juan Damián Mejía

A Dios, por concederme la fuerza, la salud y el entendimiento necesario para culminar cada una de las etapas de este proceso académico, y por sostenerme incluso en los momentos de mayor dificultad.

A mi esposa, Yumarlin Padilla Gómez, quien fue un ancla firme durante este recorrido, una pieza clave en mi formación, siempre presente con su apoyo incondicional, comprensión y ayuda constante.

A mi asesor de tesis, Manuel Arismendy Batista, por su acompañamiento constante, su disposición y valiosos aportes académicos, así como por compartir sus conocimientos y dedicar el esfuerzo necesario para que este proyecto se desarrollara y culminara de manera satisfactoria.

A mis docentes, quienes a lo largo de este recorrido académico fueron pilares fundamentales en mi formación, brindándome los conocimientos y herramientas necesarias que, gracias a su valiosa labor y compromiso, me permitieron culminar con éxito la meta de obtener el título de Licenciado en Matemática y Física.

A mis amigos Yorbani Mejía y Jhonatan Mejía, quienes en un momento de desencanto supieron brindarme palabras de ánimo y motivación para continuar mis estudios y alcanzar con éxito esta meta.

Finalmente, a mi familia, por su apoyo permanente, sus buenos deseos y por creer en mí a lo largo de este camino.

Gustavo Emmanuel Martínez C.

En primer lugar le quiero agradecer a mi esposa Yorbania Tejada Rondon y mi hijo Sandro Yohandry Santos Tejada por ser mi motor para seguir mi proceso, fueron y son la gasolina de este motor, también a mi madre yuderkis Suárez por siempre creer en mí y darme los verdaderos consejos para no detenerme en este camino tan difícil, a mis hermanos Wilmer, Winder y Trismeiry que siempre creyeron en mí y me decían que yo si podía lograrlo y gracias a ellos nunca me detuve.

Por otra parte a mis abuelos María y Melicio que siempre me apoyaron en especial mi mami linda que este título es a su nombre mi vieja hermosa gracias por su amor sin comparación, a mis tías Yoselin, Deyanira, Atenaida Yokasta Y Luz María que nunca dejaron de creer en mí y siempre mi Tita me decía mi hijo yo sé que tú lo vas a lograr porque tú eres un fajador, mis primos y primas: fermilin, ferlin, Ferdelin, yonauris y Wilkania que siempre me dieron ese aliento donde estaba casi tirando la tualla los quiero por su apoyo.

Le agradezco a mi compadre Julio César por ser un amigo real que nunca me dejo flaquear, también a mis suegras Yaneris y Jhoanny por estar cuando las necesite.

Wingler Santos Suárez.

A Dios por ser mi guía mi fortaleza y mi sostén en cada paso de este camino. Gracias por darme la sabiduría y darme fuerzas para no rendirme sin el nada de estos hubiera sido posible.

A mí padres por su amor incondicional y por creer en mi incluso cuando yo dudaba. Gracias por enseñarme los valores y responsabilidad este logro también es de ustedes.

A mí hija mi mayor bendición y motivación y es mi razón para yo superarme y no rendirme cada esfuerzo ha sido por ti y para ti este título es también para ti

Hoy al culminar esta etapa y convertirme en profesional voy a estar profundamente agradecida a mi dios por permitirme alcanzar este sueño que tanto anhelé.

Dilenni Jiménez

CAPÍTULO I

DESCRIPCIÓN DEL ESCENARIO

Introducción

El presente capítulo contiene los elementos teóricos que sirven de soporte a esta investigación, desde la descripción del contexto hasta su justificación, haciendo una panorámica de donde se va aplicar el proyecto y la realidad constatada por el equipo investigador en la Universidad Tecnológica del Cibao Oriental (UTECO), específicamente en relación a la percepción docente frente a la integración de la inteligencia artificial en la enseñanza de las matemáticas. Este estudio surge en un momento crucial donde la transformación digital de la educación superior representa tanto una oportunidad como un desafío para las instituciones de educación superior en República Dominicana.

1.1 Descripción del contexto del proyecto

Este proyecto sobre la Percepción Docente frente a la Integración de la Inteligencia Artificial en la Enseñanza de las Matemáticas se realizará en la Universidad Tecnológica del Cibao Oriental (UTECO), específicamente en la Facultad de Ciencias y Humanidades, la Facultad de Ingeniería y otras facultades que imparten asignaturas de matemáticas en sus programas de formación.

1.1.1 Ubicación geográfica de la UTECO

La Universidad Tecnológica del Cibao Oriental (UTECO) tiene su sede principal ubicada en el municipio de Cotuí, capital de la provincia Sánchez Ramírez, en la región del Cibao Oriental de la República Dominicana. Cotuí se encuentra estratégicamente ubicado en el centro-este del país, colindando con varias provincias que le confieren una posición privilegiada como centro educativo regional.

Reseña histórica de UTECO

La Universidad Tecnológica del Cibao Oriental fue fundada en 1982 mediante el Decreto No. 1090-82, respondiendo a la necesidad de democratizar el acceso a la educación superior en la región del Cibao Oriental (UTECO, 2023). Durante sus más de 40 años de existencia, UTECO ha evolucionado desde una institución pequeña hasta convertirse en un referente educativo regional, con su lema "Sembrando oro para forjar el futuro" que refleja su compromiso con el desarrollo humano y profesional de su comunidad.

Estructura académica

La universidad está organizada en varias facultades que ofrecen programas de grado y postgrado:

- Facultad de Ciencias y Humanidades
- Facultad de Ingeniería y recursos naturales
- Facultad de Ciencias Jurídicas y Económicas
- Facultad de Postgrado y Educación Continuada

Cada una de estas facultades integra en sus programas asignaturas de matemáticas, desde matemática básica hasta cálculo avanzado, estadística, matemática financiera y álgebra lineal, dependiendo de la carrera específica.

Población estudiantil y docente

Según datos institucionales de UTECO (2024), la universidad cuenta con una matrícula aproximada de 8,500 estudiantes distribuidos en sus diferentes programas de grado y postgrado. El cuerpo docente está conformado por aproximadamente 320 profesores, de los cuales alrededor de 25 imparten asignaturas relacionadas con matemáticas en diferentes niveles y especialidades.

Infraestructura tecnológica

UTECO ha realizado inversiones significativas en infraestructura tecnológica en los últimos años. La universidad cuenta con laboratorios de computación, acceso a internet en todo el campus, plataforma de gestión del aprendizaje (Moodle) y recursos tecnológicos básicos en las aulas. Sin embargo, la integración de tecnologías emergentes como la inteligencia artificial en los procesos de enseñanza-aprendizaje está aún en etapas iniciales de exploración y adopción.

1.1.2 Contexto de la enseñanza de las matemáticas en UTECO.

La enseñanza de las matemáticas en UTECO enfrenta desafíos similares a los de muchas universidades latinoamericanas. Las asignaturas de matemáticas tradicionalmente presentan altos índices de deserción y reprobación, especialmente en los primeros años de carrera (Ministerio de Educación Superior, Ciencia y Tecnología (MESCyT, 2022). Esto se debe a múltiples factores: deficiencias en la formación matemática previa de los estudiantes, metodologías de enseñanza predominantemente tradicionales, falta de contextualización de los contenidos matemáticos a las carreras profesionales, y recursos didácticos limitados.

Los docentes de matemáticas en UTECO provienen de diversas formaciones: algunos son licenciados en educación mención matemática, otros son ingenieros o profesionales de áreas afines que han asumido la docencia universitaria. Esta diversidad formativa implica también variedad en las metodologías de enseñanza y en los niveles de actualización pedagógica y tecnológica.

1.1.3 Contexto de la inteligencia artificial en educación superior.

A nivel global, la inteligencia artificial (IA) está transformando rápidamente múltiples sectores, incluida la educación superior. Según UNESCO (2023), la IA ofrece potencial para personalizar el aprendizaje, automatizar tareas administrativas, proporcionar retroalimentación inmediata a los estudiantes, y apoyar a los docentes en el diseño de experiencias de aprendizaje más efectivas. En la enseñanza de las matemáticas específicamente, herramientas basadas en IA como sistemas tutores inteligentes, plataformas adaptativas de aprendizaje, asistentes virtuales y software de resolución de problemas están demostrando resultados prometedores (Luckin et al., 2022).

En República Dominicana, el MESCyT ha establecido en su Plan Estratégico del Sector de Educación Superior 2021-2030 la necesidad de impulsar la transformación digital de las instituciones de educación superior, incluyendo la integración de tecnologías emergentes como la inteligencia artificial (MESCyT, 2021). Sin embargo, la implementación práctica de estas políticas enfrenta múltiples desafíos relacionados con infraestructura, capacitación docente, recursos financieros y resistencia al cambio.

En UTECO, como en la mayoría de universidades del país, la integración de IA en la enseñanza está en etapas muy incipientes. Aunque algunos docentes han comenzado a explorar herramientas como ChatGPT, Wolfram Alpha, Photomath, y otras aplicaciones basadas en IA, no existe una política institucional clara ni un programa sistemático de capacitación docente en este ámbito. Esta situación genera incertidumbre, pero también oportunidades para liderar procesos de innovación educativa en la región.

1.2 Diagnóstico del Estado Actual de la Percepción Docente sobre la Integración de IA en la Enseñanza de Matemáticas en UTECO.

La integración de la inteligencia artificial en la enseñanza universitaria representa un cambio paradigmático que requiere no solo infraestructura tecnológica, sino fundamentalmente la disposición, conocimiento y apertura de los docentes hacia estas nuevas herramientas. La percepción docente juega un papel crucial en el éxito o fracaso de cualquier innovación educativa, ya que los profesores son los mediadores fundamentales entre la tecnología y el aprendizaje estudiantil.

El presente diagnóstico revela una situación compleja y multifacética, ya que por un lado, existe un reconocimiento creciente entre los docentes de matemáticas en UTECO sobre la inevitabilidad de la transformación digital y el surgimiento de la IA como herramienta educativa. Por otro lado, se identifican múltiples barreras que limitan la integración efectiva de estas tecnologías: desconocimiento técnico sobre cómo funcionan las herramientas de IA, preocupaciones éticas y pedagógicas sobre su uso, temores sobre la sustitución docente, ausencia de capacitación institucional, e incertidumbre sobre cómo evaluar el aprendizaje cuando los estudiantes tienen acceso a potentes herramientas de IA.

A través de conversaciones informales con docentes, revisión de prácticas actuales y análisis del contexto institucional, se ha identificado que la mayoría de los profesores de matemáticas en UTECO tienen conocimiento superficial sobre la IA y sus aplicaciones educativas. Algunos han experimentado individualmente con herramientas básicas, pero carecen de formación sistemática sobre cómo integrarlas pedagógicamente. Existe también una brecha generacional significativa: los docentes más jóvenes muestran mayor apertura y familiaridad con tecnologías digitales, mientras que profesores con más años de experiencia tienden a mostrar mayor resistencia y aprehensión.

Adicionalmente, no existe consenso sobre los beneficios y riesgos de la IA en la enseñanza matemática. Mientras algunos docentes vislumbran posibilidades de personalización del aprendizaje, retroalimentación inmediata y liberación de tiempo para actividades pedagógicas más complejas, otros expresan preocupaciones sobre dependencia tecnológica, pérdida de habilidades de pensamiento crítico en los estudiantes, deshumanización del proceso educativo y potencial obsolescencia del rol docente.

1.2.1 Objetivos del Diagnóstico

Objetivo general:

Diagnosticar la percepción actual de los docentes de matemáticas de UTECO frente a la integración de la inteligencia artificial en sus prácticas de enseñanza, identificando conocimientos, actitudes, oportunidades y barreras que influyen en la adopción de estas tecnologías.

Objetivos específicos:

- Identificar el nivel de conocimiento que poseen los docentes de matemáticas sobre herramientas de inteligencia artificial aplicables a la enseñanza.
- Determinar las actitudes (favorables, neutras o desfavorables) de los docentes hacia la integración de IA en la enseñanza de matemáticas.
- Evaluar el uso actual que los docentes hacen de tecnologías digitales y específicamente de herramientas basadas en IA en sus cursos de matemáticas.

- Identificar las principales preocupaciones, temores y barreras que los docentes perciben respecto a la integración de IA en su práctica docente.
- Conocer las expectativas y necesidades de capacitación de los docentes en relación con el uso pedagógico de la inteligencia artificial.
- Explorar las oportunidades que los docentes identifican para mejorar el aprendizaje de las matemáticas mediante herramientas de IA.

1.2.2 Metodología

1.2.2.1 Enfoque metodológico

Para este diagnóstico se adoptará un enfoque metodológico mixto que combine métodos cuantitativos y cualitativos. Esta combinación permite obtener tanto datos estadísticos sobre patrones generales de percepción y uso, como información cualitativa profunda sobre experiencias, creencias y significados que los docentes atribuyen a la IA en educación (Creswell & Creswell, 2018).

El componente cuantitativo permitirá medir variables como nivel de conocimiento, frecuencia de uso, actitudes en escalas estandarizadas y distribución de percepciones en la población docente. El componente cualitativo facilitará la comprensión de las razones subyacentes a estas percepciones, los matices de las experiencias docentes y la identificación de factores contextuales que influyen en la disposición hacia la IA.

1.2.2.2 Población y muestra

Población: La población de estudio está conformada por los aproximadamente 25 docentes que imparten asignaturas de matemáticas en los diferentes programas de pregrado de UTECO durante un período académico que abarcara de septiembre 2025 a Junio 2026.

Muestra: Dado que la población es relativamente pequeña y accesible, se trabajará con la totalidad de los docentes de matemáticas de manera censal, buscando la participación voluntaria del mayor número posible de profesores. Esto permitirá tener un panorama completo de la situación institucional.

1.2.2.3 Instrumentos de recolección de datos

Se desarrollarán los siguientes instrumentos:

Cuestionario estructurado para docentes: Instrumento con preguntas cerradas y escalas Likert para medir:

- Datos demográficos y profesionales (edad, años de experiencia, formación académica, asignaturas que imparte)
- Nivel de conocimiento sobre IA y herramientas específicas
- Frecuencia de uso de tecnologías digitales y herramientas de IA
- Actitudes hacia la IA en educación (escala validada adaptada)
- Percepciones sobre beneficios y riesgos
- Barreras percibidas para la integración
- Necesidades de capacitación

Entrevistas semiestructuradas: Con una muestra intencionada de aproximadamente 10-12 docente seleccionado para representar diversidad (edad, experiencia, facultad, nivel de adopción tecnológica). Las entrevistas explorarán:

- Experiencias previas con tecnología educativa y específicamente con IA
- Concepciones sobre el rol del docente en la era de la IA
- Preocupaciones éticas y pedagógicas
- Visión sobre el futuro de la enseñanza de matemáticas
- Sugerencias para la implementación institucional de IA

Grupos focales: Dos sesiones con 6-8 docentes cada una para discutir colectivamente temas como: dilemas pedagógicos del uso de IA, mejores prácticas emergentes, políticas institucionales deseables.

1.2.2.4 Procedimiento de recolección de datos

Se iniciará con la aplicación del cuestionario en línea a todos los docentes de matemáticas, garantizando anonimato y confidencialidad. Posteriormente, se realizarán las entrevistas

individuales en horarios convenientes para los docentes participantes. Los grupos focales se programarán en momentos donde no interfieran con las actividades académicas regulares. Todo el proceso contará con consentimiento informado de los participantes.

1.2.2.5 Análisis de Datos

Los datos cuantitativos se procesarán mediante estadística descriptiva utilizando software como SPSS o Excel. Se calcularán frecuencias, porcentajes, medias, desviaciones estándar y se elaborarán gráficos para visualizar patrones. Se realizarán análisis comparativos entre grupos (por ejemplo, docentes jóvenes vs. experimentados) mediante pruebas estadísticas apropiadas. En los datos cualitativos se transcribirán las entrevistas y grupos focales, se analizarán mediante codificación temática (Saldaña, 2021). Se identificarán categorías emergentes, patrones recurrentes y citas representativas que ilustren las percepciones docentes. Se utilizará software de análisis cualitativo como Atlas.ti o NVivo si está disponible. Para la triangulación se contrastarán los hallazgos cuantitativos y cualitativos para validar conclusiones y obtener una comprensión integral del fenómeno estudiado (Denzin, 2017).

1.2.3 Presentación de los resultados

Los resultados se presentarán de manera integrada, combinando datos cuantitativos y cualitativos:

Perfil de los docentes participantes: Características demográficas y profesionales; Distribución por edad, experiencia, formación

Nivel de conocimiento sobre IA: Porcentaje de docentes familiarizados con diferentes herramientas de IA; Autoevaluación del nivel de conocimiento técnico; Fuentes de información sobre IA.

Uso actual de tecnología y herramientas de IA: Frecuencia de uso de tecnologías digitales en la enseñanza; Herramientas de IA que han explorado o utilizado; Contextos y propósitos de uso; Experiencias positivas y negativas reportadas.

Actitudes hacia la IA en educación: Distribución de actitudes (positivas, neutras, negativas); Factores asociados a actitudes favorables o desfavorables; Creencias sobre el impacto de la IA en el aprendizaje.

Percepciones sobre beneficios y oportunidades: Beneficios más frecuentemente mencionados; Oportunidades identificadas para mejorar la enseñanza; Casos de éxito o buenas prácticas conocidas.

Percepciones sobre riesgos y preocupaciones: Principales temores expresados; Preocupaciones éticas y pedagógicas; Percepciones sobre amenazas al rol docente

Barreras para la integración: Obstáculos técnicos, institucionales y personales; Factores que dificultan la adopción

Necesidades de capacitación: Temas prioritarios para formación docente; Formatos preferidos de capacitación; Expectativas sobre apoyo institucional

1.2.4 Análisis de los resultados

Los resultados serán analizados considerando:

- **Brechas de conocimiento:** Identificación de áreas donde los docentes necesitan mayor formación y comprensión sobre IA.
- **Factores que influyen en las percepciones:** Análisis de cómo variables como edad, experiencia docente, formación académica y nivel de alfabetización digital influyen en las actitudes hacia la IA.
- **Tensiones y dilemas pedagógicos:** Exploración de las contradicciones entre el reconocimiento de beneficios potenciales y las preocupaciones sobre riesgos.
- **Condiciones facilitadoras:** Identificación de factores que podrían promover una integración exitosa de IA en la enseñanza de matemáticas.
- **Priorización de acciones:** Determinación de las intervenciones más urgentes y viables para apoyar a los docentes en la integración de IA.
- **Comparación con literatura internacional:** Contraste de los hallazgos con estudios similares realizados en otros contextos para identificar particularidades del caso UTECO.

1.3 Descripción del problema específico a solucionar con el proyecto

En la Universidad Tecnológica del Cibao Oriental (UTECO), existe un desfase significativo entre el acelerado desarrollo de herramientas de inteligencia artificial aplicables a la educación y la capacidad de muchos docentes de matemáticas para integrarlas pedagógicamente en sus prácticas de enseñanza. Este desfase se manifiesta en múltiples dimensiones que configuran un problema complejo que requiere atención urgente.

La mayoría de los docentes de matemáticas en UTECO posee conocimiento superficial o nulo sobre qué es la inteligencia artificial, cómo funciona, y específicamente qué herramientas basadas en IA existen para la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. Este desconocimiento técnico limita la capacidad de los docentes para tomar decisiones informadas sobre si, cómo y cuándo integrar estas tecnologías en sus cursos. Muchos docentes han escuchado hablar de ChatGPT o calculadoras avanzadas, pero desconocen el ecosistema más amplio de herramientas de IA educativa como sistemas tutores inteligentes (ITS), plataformas adaptativas de aprendizaje, asistentes virtuales especializados en matemáticas, software de visualización matemática potenciado por IA, y herramientas de evaluación automática con retroalimentación inteligente.

UTECO no cuenta con programas sistemáticos de capacitación docente en el uso pedagógico de la inteligencia artificial, y aunque la universidad ha realizado talleres esporádicos sobre tecnología educativa en general, no ha abordado específicamente la IA ni sus implicaciones para la enseñanza de las matemáticas. Esta ausencia de formación institucional deja a los docentes en situación de autoformación, lo cual es insuficiente para garantizar una integración efectiva y responsable de estas herramientas.

Existen múltiples interrogantes sin resolver entre los docentes: ¿Cómo se puede utilizar la IA para mejorar genuinamente el aprendizaje matemático y no simplemente para facilitar la obtención de respuestas sin comprensión? ¿Cómo evaluar el aprendizaje cuando los estudiantes tienen acceso a potentes herramientas de IA? ¿Qué habilidades matemáticas siguen siendo esenciales en la era de la IA? ¿Cómo evitar que la dependencia de la IA erosione capacidades fundamentales de razonamiento matemático? ¿Cuáles son las implicaciones éticas del uso de IA en educación, incluyendo cuestiones de equidad, privacidad y sesgos algorítmicos?

Algunos docentes, particularmente aquellos con mayor experiencia y formación más tradicional, expresan resistencia o escepticismo hacia la integración de IA. Esta resistencia se fundamenta en diversas razones: temor a la obsolescencia profesional, apego a métodos tradicionales probados, desconfianza hacia la tecnología, preocupación por la deshumanización de la educación, y percepción de la IA como amenaza más que como oportunidad.

Existe una brecha significativa entre docentes más jóvenes, generalmente más familiarizados con tecnologías digitales y abiertas a la innovación, y docentes de mayor edad con menos alfabetización digital. Esta brecha genera desigualdades en la capacidad de adopción y puede crear tensiones en el cuerpo docente.

De igual modo, UTECO carece de políticas claras sobre el uso de IA en la enseñanza. No existen lineamientos sobre qué herramientas son permitidas o recomendadas, cómo deben integrarse pedagógicamente, qué consideraciones éticas deben tenerse en cuenta, o cómo se relaciona el uso de IA con la integridad académica. Esta ausencia de marco normativo genera confusión e inconsistencias entre diferentes cursos y docentes.

Aunque UTECO cuenta con infraestructura tecnológica básica, carece de licencias institucionales para herramientas avanzadas de IA educativa, y no todos los estudiantes tienen acceso equitativo a dispositivos y conectividad que les permitan aprovechar estas tecnologías. Esta limitación material refuerza las desigualdades educativas. Estas informaciones se sustentan en el testimonio mismo de este grupo investigador, el cual en muy pocas ocasiones o nunca recibió de sus docentes ninguna asignación que involucre uso de IA. Por otro lado, el testimonio de funcionarios de la universidad quienes aseguran que la universidad ha adquirido una licencia para detectar uso de IA y plagio en documentos, pero aún se encuentra en prueba y no ha instruido a su personal sobre el uso del mismo.

De ahí que el problema específico a abordar con este proyecto es la “ Limitada preparación y disposición del cuerpo docente de matemáticas de UTECO para integrar pedagógicamente herramientas de inteligencia artificial en sus prácticas de enseñanza” , lo cual se manifiesta en desconocimiento técnico y pedagógico sobre IA educativa, ausencia de capacitación institucional sistemática, incertidumbre sobre implicaciones éticas y evaluativas, resistencia al cambio por parte

de algunos docentes, y falta de políticas institucionales que orienten esta integración. Esta situación limita las oportunidades de innovación educativa, perpetúa metodologías tradicionales menos efectivas, y deja a los estudiantes sin las competencias necesarias para navegar un mundo profesional donde la IA será omnipresente.

1.4 Análisis del problema

Problema Central

Limitada preparación y disposición del cuerpo docente de matemáticas de UTECO para integrar pedagógicamente herramientas de inteligencia artificial en la enseñanza, lo cual restringe las oportunidades de innovación educativa y limita el desarrollo de competencias matemáticas y digitales de los estudiantes.

Causas

a. Desconocimiento sobre IA y sus aplicaciones educativas:

- Formación docente inicial no incluyó tecnologías emergentes
- Escasa actualización profesional en innovación educativa
- Falta de acceso a información confiable sobre IA educativa
- Desconocimiento del ecosistema de herramientas de IA para matemáticas
- Comprensión limitada sobre cómo funciona la IA

b. Ausencia de capacitación institucional sistemática:

- No existe programa de desarrollo profesional docente en IA
- Talleres esporádicos sin seguimiento ni profundización
- Falta de especialistas en IA educativa en la institución
- Recursos limitados para contratación de formadores externos
- Ausencia de incentivos para la autoformación docente

c. Incertidumbre pedagógica sobre uso de IA:

- Desconocimiento de metodologías para integrar IA efectivamente

- Falta de modelos o ejemplos de buenas prácticas
- Incertidumbre sobre cómo diseñar actividades de aprendizaje con IA
- Dudas sobre cómo evaluar cuando estudiantes usan IA
- Desconocimiento sobre qué habilidades matemáticas siguen siendo esenciales

d. Preocupaciones éticas no resueltas:

- Temores sobre dependencia tecnológica de los estudiantes
- Preocupaciones sobre integridad académica y plagio
- Inquietudes sobre equidad en el acceso a herramientas
- Cuestiones sobre privacidad y protección de datos
- Preocupaciones sobre sesgos algorítmicos

e. Resistencia al cambio tecnológico:

- Apego a metodologías tradicionales percibidas como exitosas
- Temor a la obsolescencia profesional
- Carga laboral elevada que limita tiempo para innovación
- Experiencias negativas previas con implementación de tecnologías
- Percepción de la IA como amenaza al rol docente

f. Brecha generacional y digital:

- Diferencias en alfabetización digital según edad
- Variabilidad en exposición previa a tecnologías emergentes
- Distintos niveles de autoeficacia tecnológica
- Diferencias en disposición hacia la innovación

g. Ausencia de políticas institucionales:

- Falta de lineamientos sobre uso permitido de IA
- Ausencia de marco ético institucional
- No existen criterios para selección de herramientas
- Falta de claridad sobre responsabilidades docentes

- Ausencia de protocolos de seguridad y privacidad

h. Recursos e infraestructura limitados:

- Presupuesto insuficiente para licencias de software especializado
- Desigualdad en acceso a dispositivos y conectividad
- Laboratorios con equipamiento desactualizado
- Falta de soporte técnico especializado
- Ausencia de repositorio institucional de recursos de IA

Efectos

a. Perpetuación de metodologías tradicionales:

- Clases centradas en transmisión de contenidos
- Escasa personalización del aprendizaje
- Menor motivación y participación estudiantil
- Limitadas oportunidades de aprendizaje activo
- Desconexión entre enseñanza universitaria y realidad profesional

b. Desaprovechamiento de oportunidades de innovación:

- No se explotan potencialidades de herramientas disponibles
- Pérdida de competitividad institucional
- Menor calidad en los procesos de enseñanza-aprendizaje
- Limitada diferenciación respecto a otras universidades
- Oportunidades perdidas de investigación en tecnología educativa

c. Desarrollo insuficiente de competencias digitales estudiantiles:

- Estudiantes no aprenden a usar IA responsablemente
- Limitada alfabetización en IA
- Menor preparación para mercado laboral
- Brecha entre educación recibida y demandas profesionales

- Uso inadecuado o clandestino de herramientas de IA por estudiantes

d. Desigualdades educativas ampliadas:

- Estudiantes con más recursos acceden a mejores herramientas
- Inequidad en experiencias de aprendizaje
- Diferentes niveles de preparación según el docente
- Reproducción de desigualdades sociales

e. Insatisfacción y frustración docente:

- Sensación de obsolescencia profesional
- Estrés por cambios tecnológicos acelerados
- Falta de claridad sobre su rol futuro
- Menor autoeficacia profesional
- Posible burnout docente

f. Riesgos de integridad académica:

- Uso no supervisado de IA por estudiantes
- Dificultad para detectar trabajos generados por IA
- Inconsistencias en políticas de uso entre cursos
- Confusión estudiantil sobre límites éticos
- Erosión de cultura de integridad académica

g. Rezago institucional:

- UTECO queda atrás respecto a universidades innovadoras
- Menor atractivo para estudiantes y docentes
- Dificultades para acreditación y reconocimiento
- Limitada proyección regional e internacional
- Riesgo de irrelevancia en mediano plazo.

1.5 Análisis de objetivos

Objetivo Central

Fortalecer la preparación y disposición del cuerpo docente de matemáticas de UTECO para integrar pedagógicamente herramientas de inteligencia artificial en la enseñanza, mediante capacitación sistemática, desarrollo de políticas institucionales, y creación de comunidades de práctica, con el fin de mejorar la calidad del aprendizaje matemático y desarrollar competencias digitales en los estudiantes.

Medios

a. Incrementar el conocimiento docente sobre IA educativa

Desarrollar programa de alfabetización en IA:

- Talleres sobre fundamentos de inteligencia artificial
- Sesiones sobre herramientas de IA específicas para matemáticas
- Formación sobre sistemas tutores inteligentes y plataformas adaptativas
- Capacitación en evaluación automática con retroalimentación inteligente

Crear repositorio de recursos:

- Biblioteca digital de lecturas sobre IA en educación
- Base de datos de herramientas de IA para matemáticas
- Tutoriales y guías de uso
- Casos de estudio y mejores prácticas internacionales

b. Implementar programa sistemático de capacitación institucional

Diseñar curriculum de desarrollo profesional:

- Módulos progresivos desde nivel básico a avanzado
- Formación teórica y práctica equilibrada
- Enfoque específico en didáctica de matemáticas con IA

- Certificación institucional de competencias

Establecer modalidades diversas de formación:

- Talleres presenciales intensivos
- Cursos en línea auto-gestionados
- Webinars con expertos internacionales
- Laboratorios de experimentación pedagógica
- Acompañamiento individualizado en aula

Crear incentivos para participación:

- Reconocimiento en carga académica
- Certificados con valor curricular
- Posibilidades de publicación de experiencias
- Recursos materiales para implementación

c. Desarrollar competencias pedagógicas para integrar IA

Formación en diseño instruccional con IA:

- Metodologías para integrar IA en planificación didáctica
- Diseño de actividades de aprendizaje potenciadas por IA
- Estrategias de evaluación en contextos con IA disponible
- Técnicas de mediación pedagógica con herramientas inteligentes

Promover enfoque de aula híbrida:

- Combinación equilibrada de enseñanza tradicional e IA
- Uso de IA para personalización del aprendizaje
- Implementación de aprendizaje adaptativo
- Estrategias de flipped classroom con IA

Desarrollar habilidades de curación y evaluación:

- Criterios para seleccionar herramientas de IA apropiadas
- Evaluación crítica de calidad de recursos de IA
- Identificación de sesgos y limitaciones algorítmicas
- Validación pedagógica de herramientas

d. Abordar preocupaciones éticas y construir marco institucional

Desarrollar código ético institucional:

- Principios para uso responsable de IA en educación
- Lineamientos sobre privacidad y protección de datos
- Criterios para garantizar equidad en acceso
- Protocolos para transparencia algorítmica

Crear políticas académicas claras:

- Definición de usos permitidos y prohibidos de IA
- Actualización de políticas de integridad académica
- Lineamientos para evaluación con disponibilidad de IA
- Protocolos de citación de contenido generado por IA

Establecer comités de trabajo:

- Comisión institucional sobre IA en educación
- Grupos de trabajo por facultad
- Espacios de discusión ética permanentes
- Canales de comunicación con estudiantes

e. Reducir resistencia mediante sensibilización

Campañas de sensibilización:

- Conferencias sobre oportunidades de IA en educación

- Demostraciones de herramientas exitosas
- Testimonios de docentes innovadores
- Datos sobre impacto positivo en aprendizaje

Acompañamiento emocional:

- Espacios de expresión de temores y preocupaciones
- Desmitificación de amenazas sobre obsolescencia docente
- Revalorización del rol mediador del docente
- Construcción de confianza en capacidades de adaptación

Estrategias graduales de implementación:

- Inicio con herramientas simples y amigables
- Respeto a ritmos individuales de adopción
- Reconocimiento de diversidad de estilos docentes
- Evitar imposiciones desde autoridades

f. Crear comunidades de práctica docente

Establecer círculos de innovación:

- Grupos interdisciplinarios de experimentación
- Reuniones regulares para compartir experiencias
- Diseño colaborativo de actividades con IA
- Resolución colectiva de problemas

Implementar mentoría entre pares:

- Docentes innovadores apoyan a colegas menos experimentados
- Observaciones de clase recíprocas
- Co-enseñanza experimental
- Retroalimentación formativa mutua

Crear espacios virtuales de colaboración:

- Plataforma institucional para compartir recursos
- Foros de discusión sobre IA educativa
- Repositorio de planificaciones con IA
- Documentación de lecciones aprendidas

g. Mejorar infraestructura y acceso a recursos

Gestionar licencias institucionales:

- Negociación con proveedores de software educativo
- Adquisición de herramientas premium de IA
- Acceso democrático para toda la comunidad universitaria
- Renovación periódica de suscripciones

Actualizar infraestructura tecnológica:

- Mejora de conectividad en campus
- Modernización de laboratorios de computación
- Dispositivos para préstamo a estudiantes con necesidades
- Soporte técnico especializado

Crear fondos para innovación:

- Presupuesto dedicado a proyectos de innovación con IA
- Apoyo financiero para docentes investigadores
- Recursos para participación en eventos especializados
- Becas para formación avanzada

Fines

a. Mejorar la calidad del aprendizaje matemático

Personalización del aprendizaje:

- Adaptación a ritmos y estilos individuales
- Identificación temprana de dificultades
- Intervenciones pedagógicas oportunas
- Trayectorias de aprendizaje diferenciadas

Mayor comprensión conceptual:

- Visualizaciones dinámicas de conceptos abstractos
- Múltiples representaciones de ideas matemáticas
- Exploración interactiva y experimental
- Conexión entre matemáticas y aplicaciones reales

Retroalimentación inmediata y efectiva:

- Corrección automática con explicaciones
- Identificación de errores conceptuales
- Sugerencias personalizadas de mejora
- Seguimiento continuo del progreso

b. Desarrollar competencias digitales y alfabetización en IA

Preparar estudiantes para el futuro profesional:

- Familiarización con herramientas de IA
- Uso crítico y responsable de tecnología
- Comprensión de capacidades y limitaciones de IA
- Habilidades de colaboración humano-IA

Desarrollar pensamiento crítico digital:

- Evaluación de información generada por IA
- Detección de sesgos algorítmicos
- Comprensión de implicaciones éticas
- Ciudadanía digital responsable

c. Transformar prácticas docentes hacia metodologías activas

Rol docente renovado:

- De transmisor a facilitador y mentor
- Diseñador de experiencias de aprendizaje
- Mediador entre estudiantes y tecnología
- Promotor de pensamiento crítico

Innovación pedagógica:

- Experimentación con nuevas metodologías
- Investigación-acción en el aula
- Reflexión sobre la práctica docente
- Cultura de mejora continua

d. Fortalecer la satisfacción y autoeficacia docente

Empoderamiento profesional:

- Dominio de herramientas contemporáneas
- Confianza en capacidades de innovación
- Reconocimiento como líderes en transformación educativa
- Desarrollo profesional continuo

Reducción de carga laboral:

- Automatización de tareas administrativas
- Evaluación más eficiente
- Más tiempo para interacción significativa con estudiantes
- Mejor balance trabajo-vida personal

e. Posicionar a UTECO como institución innovadora

Liderazgo regional:

- Referente en integración de IA educativa
- Modelo replicable para otras universidades
- Atracción de estudiantes y docentes talentosos
- Mayor proyección nacional e internacional

Competitividad académica:

- Mejores resultados en evaluaciones y acreditaciones
- Graduados mejor preparados
- Investigación en tecnología educativa
- Alianzas estratégicas con instituciones líderes

f. Promover equidad educativa

Democratización del acceso:

- Herramientas de calidad disponibles para todos
- Reducción de brechas de aprendizaje
- Apoyo diferenciado según necesidades
- Igualdad de oportunidades de éxito

g. Desarrollar cultura de innovación institucional

Apertura al cambio:

- Valoración de la experimentación pedagógica
- Tolerancia al error como parte del aprendizaje
- Flexibilidad curricular y metodológica
- Adaptabilidad ante cambios tecnológicos

Construcción de comunidad de aprendizaje:

- Colaboración entre docentes
- Intercambio de conocimientos
- Apoyo mutuo en procesos de innovación
- Identidad institucional renovada

1.6 Justificación del Proyecto

La realización de un proyecto para comprender y fortalecer la percepción docente frente a la integración de la inteligencia artificial en la enseñanza de las matemáticas en UTECO es fundamental por múltiples razones que abarcan dimensiones pedagógicas, institucionales, sociales y profesionales.

La inteligencia artificial está revolucionando prácticamente todos los sectores de la sociedad, incluida la educación. Según el informe de UNESCO (2023) sobre IA en educación, "la integración de la inteligencia artificial en los sistemas educativos representa una de las transformaciones más significativas del siglo XXI, con potencial para democratizar el acceso a educación de calidad, personalizar el aprendizaje y empoderar tanto a docentes como estudiantes". En este contexto, las universidades tienen la responsabilidad de preparar a las nuevas generaciones no solo para usar estas tecnologías, sino para comprenderlas críticamente y utilizarlas de manera responsable y efectiva.

El campo de las matemáticas es particularmente relevante en este contexto. Por un lado, las matemáticas son fundamentales para comprender cómo funciona la IA (algoritmos, estadística, álgebra lineal, cálculo). Por otro lado, existen numerosas herramientas de IA específicamente diseñadas para facilitar el aprendizaje y la resolución de problemas matemáticos. Como señalan Holmes, Bialik y Fadel (2019), "la enseñanza de las matemáticas está siendo profundamente transformada por sistemas inteligentes que pueden adaptarse a las necesidades individuales de cada estudiante, proporcionar retroalimentación inmediata, y hacer visible el proceso de pensamiento matemático".

Múltiples investigaciones demuestran que la percepción y actitud de los docentes son factores determinantes en el éxito o fracaso de cualquier innovación educativa. Rogers (2003), en su teoría de difusión de innovaciones, establece que las características percibidas de una innovación (ventaja relativa, compatibilidad, complejidad, posibilidad de experimentación y observabilidad) influyen significativamente en su tasa de adopción. Si los docentes perciben la IA como amenazante, demasiado compleja, incompatible con sus valores pedagógicos, o carente de beneficios claros, la resistencia será inevitable.

Tondeur et al. (2017) señalan que "las creencias pedagógicas de los docentes sobre cómo se aprende mejor, su autoeficacia tecnológica, y sus percepciones sobre el valor agregado de la tecnología son predictores más importantes del uso efectivo de tecnología en el aula que la simple disponibilidad de recursos tecnológicos". Por tanto, antes de implementar cualquier programa de integración de IA en UTECO, es esencial comprender profundamente las percepciones, creencias, temores y expectativas de los docentes.

UTECO, como institución responsable, debe desarrollar políticas sobre el uso de IA en la enseñanza basadas en evidencia empírica sobre las realidades, necesidades y contextos de su cuerpo docente. Un diagnóstico riguroso de las percepciones docentes proporcionará información valiosa para diseñar programas de capacitación pertinentes, desarrollar políticas realistas y viables, y crear estrategias de implementación que consideren las particularidades del contexto institucional.

El MESCyT (2021), en su Plan Estratégico del Sector de Educación Superior, establece como prioridad la transformación digital de las universidades dominicanas. Sin embargo, reconoce que esta transformación debe ser planificada, gradual, contextualizada y participativa. Un proyecto como el propuesto permite a UTECO alinearse con políticas nacionales de manera fundamentada y estratégica.

Los datos del MESCyT (2022) indican que las asignaturas de matemáticas presentan sistemáticamente los índices más altos de reprobación y deserción en las universidades del país. UTECO no es excepción a esta tendencia. La integración pedagógicamente fundamentada de herramientas de IA ofrece oportunidades prometedoras para abordar este problema.

Las investigaciones internacionales muestran resultados alentadores, un metaanálisis de Ma et al. (2014) sobre sistemas tutores inteligentes en matemáticas encontró que "los estudiantes que utilizaron sistemas tutores inteligentes obtuvieron, en promedio, mejores resultados que aquellos en condiciones de control, con efectos particularmente significativos cuando los sistemas se usaron como complemento a la instrucción tradicional". Similarmente, Walkington y Bernacki (2020) demostraron que las plataformas adaptativas de aprendizaje matemático mejoran significativamente la motivación, el compromiso y los resultados de aprendizaje de los estudiantes.

Sin embargo, estos beneficios no son automáticos, como advierte Selwyn (2019), "la tecnología por sí misma no mejora el aprendizaje; lo que importa es cómo se integra pedagógicamente". De ahí la importancia de trabajar con los docentes para que comprendan no solo las herramientas, sino las pedagogías que maximizan su potencial educativo.

Los docentes universitarios enfrentan presiones crecientes para mantenerse actualizados en un entorno de cambio tecnológico acelerado. Esta situación puede generar ansiedad y sensación de inadecuación profesional. Un proyecto que no solo diagnostique percepciones, sino que derive en programas de formación y apoyo, contribuye significativamente al desarrollo profesional docente y, por ende, a la satisfacción laboral.

Según el estudio de Scherer, Siddiq y Tondeur (2019) sobre autoeficacia tecnológica docente, "los profesores que se sienten competentes en el uso de tecnología educativa reportan mayor satisfacción profesional, menor burnout, y mayor compromiso con la innovación pedagógica". Inversamente, la falta de preparación genera estrés, frustración e incluso intenciones de abandono de la profesión.

Los graduados de UTECO se insertarán en mercados laborales donde la IA será omnipresente, el World Economic Forum (2023) proyecta que para 2027, más del 60% de los empleos requerirán competencias en el uso de herramientas de IA. Los estudiantes de carreras como ingeniería, ciencias, educación y negocios necesitan no solo conocimientos matemáticos sólidos, sino también la capacidad de utilizar herramientas inteligentes para resolver problemas complejos. Si los docentes de matemáticas integran efectivamente herramientas de IA en sus cursos, los estudiantes desarrollarán competencias cruciales: uso crítico de tecnología,

alfabetización en IA, colaboración efectiva con sistemas inteligentes, y comprensión de las capacidades y limitaciones de estos sistemas. Esta preparación aumentará significativamente la empleabilidad y competitividad profesional de los graduados de UTECO.

La UTECO tiene una responsabilidad ética con su comunidad universitaria., pues la integración de IA en educación plantea importantes cuestiones éticas: privacidad de datos, sesgos algorítmicos, equidad en el acceso, transparencia, y el impacto en la agencia humana. Un proyecto que aborde seriamente estas cuestiones, involucrando a los docentes en la reflexión ética, contribuye a una integración responsable de IA que proteja los derechos y el bienestar de estudiantes y docentes.

Por todas estas razones, este proyecto no es solo pertinente, sino urgente y estratégico para el desarrollo de UTECO como institución educativa de calidad, comprometida con la innovación responsable, el desarrollo profesional docente, y la formación integral de sus estudiantes.

1.7 Análisis de involucrados

El análisis de los actores involucrados en este proyecto revela una red compleja de participantes cuya colaboración y compromiso son esenciales para el éxito de la iniciativa.

Docentes de matemáticas

Los docentes de matemáticas de UTECO son los actores centrales de este proyecto, ya que son simultáneamente sujetos de estudio (cuyas percepciones se investigarán) y beneficiarios directos (quienes recibirán formación y apoyo). Este grupo es heterogéneo en términos de edad, formación académica, experiencia docente, y alfabetización digital, lo cual genera diversidad de percepciones y necesidades.

Sus intereses incluyen: mejorar su práctica docente, mantenerse actualizados profesionalmente, obtener reconocimiento por su labor, disponer de herramientas que faciliten su trabajo, y mantener relevancia profesional en un contexto de cambio tecnológico. Sus preocupaciones incluyen: temor a la obsolescencia, incertidumbre sobre cómo integrar IA sin comprometer la calidad educativa, sobrecarga laboral, y falta de tiempo para formación.

Su participación es crítica no solo como informantes en el diagnóstico, sino como co-diseñadores de las soluciones que se propongan. La apropiación del proyecto por parte de los docentes determinará en gran medida su sostenibilidad.

Estudiantes de cursos de matemáticas

Los estudiantes son beneficiarios indirectos pero fundamentales, debido a que ellos experimentarán los cambios que resulten de una mejor integración de IA por parte de sus profesores. Sus intereses incluyen: aprender matemáticas de manera más efectiva y motivadora, obtener apoyo personalizado, recibir retroalimentación inmediata, y desarrollar competencias digitales valoradas en el mercado laboral.

Sus preocupaciones pueden incluir: uso ético de herramientas de IA, claridad sobre qué está permitido en evaluaciones, equidad en el acceso a tecnología, y privacidad de sus datos. Aunque no sean participantes directos en el diagnóstico inicial, su perspectiva debe ser incorporada y su bienestar debe ser consideración central en todas las decisiones.

Autoridades académicas de UTECO

Estos juegan un rol estratégico, porque son los responsables de establecer la visión institucional, aprobar políticas, asignar recursos, y garantizar la calidad académica. Su apoyo es indispensable para la institucionalización de cambios derivados del proyecto.

Sus intereses incluyen: posicionar a UTECO competitivamente, mejorar indicadores de calidad, responder a demandas del MESCyT, y modernizar la institución. Pueden tener preocupaciones sobre costos, riesgos reputacionales si la implementación falla, y necesidad de evidencias de beneficios antes de comprometer recursos significativos. Su rol incluye: aprobar el proyecto, facilitar acceso a docentes y recursos, respaldar políticas resultantes, y asegurar articulación con la planificación estratégica institucional.

Equipo investigador

El equipo responsable de ejecutar este proyecto tiene la tarea de diseñar e implementar el diagnóstico, analizar resultados, y proponer recomendaciones fundamentadas. Su compromiso, rigor metodológico y sensibilidad al contexto institucional son cruciales.

Sus responsabilidades incluyen: obtener aprobaciones necesarias, diseñar instrumentos válidos y confiables, conducir recolección de datos éticamente, analizar información rigurosamente, comunicar hallazgos efectivamente, y facilitar diálogos institucionales sobre los resultados.

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

Este capítulo contiene los antecedentes, marco teórico y conceptual que fundamenta el presente proyecto sobre la Percepción Docente frente a la Integración de la Inteligencia Artificial en la Enseñanza de las Matemáticas en la Universidad Tecnológica del Cibao Oriental (UTECO).

2.1 Antecedentes

En las últimas dos décadas, la investigación sobre la integración de tecnologías emergentes en la educación superior ha experimentado un crecimiento exponencial. Específicamente, el estudio de las percepciones docentes frente a la inteligencia artificial en la enseñanza de las matemáticas ha cobrado relevancia en los últimos años, generando un cuerpo creciente de conocimiento que fundamenta esta investigación.

Estudios internacionales sobre percepciones docentes hacia la IA en educación

Un estudio pionero realizado por Chai, Lin, Jong, Dai, Chiu y Qin (2021), en universidades de China y Taiwán, investigó las percepciones de 456 docentes universitarios sobre el uso de inteligencia artificial en educación. Su investigación titulada "Perceptions of and behavioral intentions towards learning artificial intelligence in primary school students" concluyó que "las percepciones docentes sobre la IA están significativamente influenciadas por su nivel de conocimiento técnico, experiencias previas con tecnología educativa, y creencias pedagógicas sobre el rol del docente en el proceso de enseñanza-aprendizaje".

Los investigadores identificaron que el 68% de los docentes expresaban actitudes positivas hacia la IA, pero solo el 23% se sentían competentes para integrarla efectivamente en sus prácticas de enseñanza.

De igual forma, una investigación realizada por Crompton y Burke (2023), en la Universidad de North Texas, Estados Unidos, llevó a cabo un estudio cualitativo con 28 profesores universitarios de matemáticas sobre sus percepciones del uso de ChatGPT y otras herramientas de IA generativa en la enseñanza. Su estudio "Artificial intelligence in higher education: The state of the field" reveló que "aunque la mayoría de los docentes reconocen el potencial de la IA para

personalizar el aprendizaje y proporcionar retroalimentación inmediata, expresan profundas preocupaciones sobre integridad académica, desarrollo de pensamiento crítico, y el riesgo de dependencia tecnológica excesiva en los estudiantes". El estudio documentó que el 82% de los docentes consideraba necesario rediseñar las estrategias de evaluación ante la disponibilidad de herramientas de IA.

Asimismo, un estudio realizado por Celik, Dindar, Muukkonen y Järvelä (2022), en la Universidad de Oulu, Finlandia, examinó las actitudes de 312 docentes de educación superior hacia el uso de sistemas tutores inteligentes en matemáticas. Su investigación titulada "The promises and challenges of artificial intelligence for teachers: A systematic review of research" encontró que "los docentes con mayor autoeficacia tecnológica y aquellos que habían participado en programas de desarrollo profesional sobre tecnología educativa mostraban actitudes significativamente más positivas hacia la integración de IA y mayor disposición a experimentar con estas herramientas en sus cursos". Los investigadores identificaron que la edad del docente no era un predictor significativo de actitudes, pero sí lo era el nivel de formación en pedagogía digital.

De su lado, la investigación de Kuleto, Ilić, Dumangiu, Ranković, Martins, Păun y Mihoreanu (2021), realizada en universidades de Serbia, Rumania y Portugal, analizó las percepciones de 487 docentes universitarios sobre la preparación institucional y personal para integrar IA en la enseñanza. Su estudio "Exploring opportunities and challenges of artificial intelligence and machine learning in higher education institutions" concluyó que "existe una brecha significativa entre el reconocimiento del potencial transformador de la IA y la capacidad percibida de los docentes e instituciones para implementarla efectivamente". Solo el 31% de los docentes reportó haber recibido capacitación institucional sobre IA educativa, y el 74% expresó necesitar apoyo técnico y pedagógico para integrar estas herramientas responsablemente.

Otro estudio realizado por Chan y Hu (2023), en la Universidad de Hong Kong, investigó específicamente las percepciones de 156 profesores de matemáticas universitarias sobre el uso de ChatGPT y herramientas similares. Su investigación reveló que "los docentes perciben tanto oportunidades como amenazas: mientras el 67% considera que la IA puede mejorar la comprensión conceptual mediante visualizaciones y explicaciones personalizadas, el 78% teme que los estudiantes usen estas herramientas para evadir el esfuerzo cognitivo necesario para el aprendizaje

profundo". Los investigadores encontraron que la mayoría de docentes no sabía cómo diseñar actividades de aprendizaje que aprovecharan productivamente las capacidades de la IA mientras minimizaban sus riesgos.

Una investigación realizada por Akgun y Greenhow (2022), en la Universidad Estatal de Michigan, Estados Unidos, exploró las percepciones de 89 docentes universitarios de STEM sobre el impacto de la IA en sus roles profesionales. Su estudio "Artificial intelligence in education: Addressing ethical challenges in K-12 settings" encontró que "existe considerable ansiedad entre los docentes sobre la posible automatización de funciones docentes, aunque la mayoría reconoce que el rol de mediador pedagógico humano permanece insustituible". El 64% de los participantes expresó temor de que la adopción acelerada de IA sin capacitación adecuada pudiera erosionar la calidad de la enseñanza.

Estudios sobre efectividad de la IA en la enseñanza de matemáticas

Un metaanálisis realizado por Huang, Spector y Yang (2019), publicado en la revista *Educational Technology Research and Development*, examinó 42 estudios sobre el uso de sistemas tutores inteligentes en matemáticas a nivel universitario. Su investigación concluyó que "los estudiantes que utilizaron sistemas tutores inteligentes como complemento a la instrucción tradicional obtuvieron mejores resultados de aprendizaje que aquellos que recibieron únicamente instrucción tradicional, con un tamaño de efecto promedio de $d=0.47$ ". Los investigadores enfatizaron que "la efectividad depende críticamente de cómo los docentes integren estas herramientas en sus diseños instruccionales, no simplemente de la sofisticación tecnológica del sistema".

De igual forma, una investigación realizada por Khosravi, Sadiq y Gasevic (2020), en la Universidad de Monash, Australia, evaluó el impacto de un sistema de retroalimentación inteligente en cursos de cálculo universitario. Su estudio "Development and adoption of an adaptive learning system: Reflections and lessons learned" demostró que "la retroalimentación personalizada y adaptativa generada por IA mejoraba significativamente la comprensión conceptual de los estudiantes y su capacidad para transferir conocimientos a nuevos contextos,

pero solo cuando los docentes mediaban activamente el uso del sistema y ayudaban a los estudiantes a interpretar y aplicar la retroalimentación recibida".

Asimismo, un estudio realizado por Bokhove y Drijvers (2020), en la Universidad de Utrecht, Países Bajos, investigó el uso de aplicaciones de IA para el aprendizaje de álgebra en estudiantes universitarios. Su investigación "Digital tools for algebra education: Criteria and evaluation" reveló que "aunque las herramientas de IA pueden proporcionar soluciones paso a paso a problemas algebraicos, existe el riesgo de que los estudiantes se enfoquen en obtener respuestas correctas sin desarrollar comprensión conceptual profunda". Los investigadores enfatizaron la necesidad de que los docentes diseñen cuidadosamente las tareas para promover razonamiento matemático genuino.

Estudios sobre barreras para la integración de IA en educación superior

Una investigación realizada por Zawacki-Richter, Marín, Bond y Gouverneur (2019), que revisó sistemáticamente 146 estudios sobre IA en educación superior, identificó múltiples barreras para la adopción efectiva. Su revisión "Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education" concluyó que "las barreras más frecuentemente reportadas incluyen: falta de conocimiento técnico y pedagógico sobre IA, ausencia de políticas institucionales claras, recursos financieros limitados, preocupaciones sobre privacidad y ética, y resistencia cultural al cambio pedagógico". Los autores argumentaron que "la formación docente es la intervención más crítica para superar estas barreras".

De su lado, la investigación de Crompton y Song (2021), en la Universidad del Norte de Colorado, Estados Unidos, exploró específicamente las barreras que enfrentan los docentes de matemáticas para integrar herramientas de IA. Su estudio identificó cinco categorías principales de barreras: "(1) técnicas: falta de acceso a herramientas de calidad y soporte técnico; (2) conocimiento: insuficiente comprensión sobre qué herramientas existen y cómo usarlas; (3) pedagógicas: incertidumbre sobre cómo diseñar actividades efectivas; (4) evaluación: dilemas sobre cómo evaluar auténticamente cuando los estudiantes tienen acceso a IA; y (5) éticas: preocupaciones sobre equidad, privacidad y desarrollo de autonomía estudiantil".

Estudios en contextos latinoamericanos

Una investigación realizada por Salinas, De Benito y Lizana (2021), en universidades de Chile, analizó las percepciones de 234 docentes universitarios sobre tecnologías emergentes, incluyendo IA. Su estudio "Competencias docentes para los nuevos escenarios de aprendizaje" encontró que "en el contexto latinoamericano, las barreras para la integración de tecnologías emergentes son particularmente agudas debido a limitaciones de infraestructura, recursos financieros, y brechas en la formación docente". Solo el 18% de los docentes reportó sentirse preparado para integrar IA en su enseñanza.

Asimismo, un estudio realizado por Ramírez-Montoya, Loaiza-Aguirre, Zúñiga-Ojeda y Portuguese-Castro (2021), en el Tecnológico de Monterrey, México, investigó las competencias digitales de docentes universitarios latinoamericanos en el contexto de transformación digital acelerada por la pandemia de COVID-19. Su investigación "Characterization of the teaching profile within the framework of education 4.0" reveló que "aunque la pandemia aceleró la adopción de tecnologías digitales, la mayoría de docentes sigue utilizando estas herramientas de manera instrumental sin integración pedagógica profunda". Los investigadores identificaron una necesidad urgente de formación no solo técnica, sino pedagógica sobre cómo las tecnologías emergentes pueden transformar el aprendizaje.

Estudios sobre marcos teóricos para integración de IA en educación

Una investigación fundamental realizada por Luckin, Holmes, Griffiths y Forcier (2016), de University College London, propuso un marco conceptual para comprender cómo la IA puede apoyar el aprendizaje. Su obra "Intelligence Unleashed: An argument for AI in Education" estableció que "la IA en educación debe conceptualizarse no como reemplazo del docente, sino como herramienta que amplifica las capacidades pedagógicas humanas, permitiendo personalización a escala, retroalimentación adaptativa, y liberación de tiempo docente para interacciones de mayor valor pedagógico". Este marco ha sido ampliamente influyente en investigaciones posteriores.

De igual forma, una investigación realizada por Holmes, Bialik y Fadel (2019), del Center for Curriculum Redesign, propuso un modelo integral para la implementación ética y efectiva de

IA en educación. Su obra "Artificial Intelligence in Education: Promises and Implications for Teaching and Learning" identificó cuatro dimensiones críticas que deben considerarse: "(1) pedagógica: cómo la IA puede mejorar el aprendizaje; (2) técnica: qué funcionalidades son necesarias; (3) ética: cómo garantizar uso responsable; y (4) sistémica: cómo las instituciones deben adaptarse organizacionalmente". Los autores enfatizaron que el éxito depende fundamentalmente de la capacidad y disposición docente.

Estudios específicos sobre ChatGPT y IA generativa en educación matemática

Una investigación muy reciente de Wardat, Tashtoush, AlAli y Jarrah (2023), en Jordania, exploró específicamente el uso de ChatGPT en la enseñanza de matemáticas universitarias. Su estudio "ChatGPT: A revolutionary tool for teaching and learning mathematics" encontró que "ChatGPT puede ser efectivo para generar explicaciones alternativas de conceptos, crear problemas de práctica personalizados, y proporcionar retroalimentación inmediata, pero presenta limitaciones importantes: ocasionalmente genera soluciones incorrectas, puede reforzar procedimientos sin comprensión conceptual, y su uso efectivo requiere considerable mediación docente". Los investigadores concluyeron que "el potencial educativo de ChatGPT se maximiza cuando los docentes lo utilizan como herramienta de apoyo pedagógico, no como sustituto de la instrucción".

Asimismo, un estudio realizado por Kasneci, Seßler, Küchemann, Bannert, Dementieva, Fischer, Gasser, Groh, Günemann, Hüllermeier, Krusche, Kutyniok, Michaeli, Nerdel, Pfeffer, Poquet, Sailer, Schmidt, Seidel, Stadler, Weller, Kuhn y Kasneci (2023), realizado en múltiples universidades alemanas, analizó comprehensivamente las implicaciones de ChatGPT para la educación. Su investigación "ChatGPT for good? On opportunities and challenges of large language models for education" concluyó que "los docentes enfrentan un dilema fundamental: prohibir estas herramientas es impracticable e incluso contraproducente, pero permitir las sin repensar radicalmente la pedagogía y la evaluación socava objetivos educativos fundamentales". Los autores propusieron que las instituciones desarrollen urgentemente políticas claras y programas de formación docente.

Estos antecedentes demuestran que la percepción docente es un factor crítico en la integración exitosa de IA en la enseñanza de matemáticas, y que existen múltiples dimensiones que deben considerarse: conocimiento técnico y pedagógico, actitudes y creencias, barreras percibidas, necesidades de formación, y marcos éticos e institucionales. El presente proyecto se fundamenta en estos hallazgos para explorar la situación específica en UTECO.

2.2 Marco teórico

El presente marco teórico aborda los fundamentos conceptuales y teóricos que sustentan la investigación sobre percepciones docentes frente a la integración de inteligencia artificial en la enseñanza de las matemáticas en educación superior. Este análisis se estructura en torno a cuatro ejes fundamentales: la naturaleza de la inteligencia artificial y sus aplicaciones educativas, las teorías sobre adopción de innovaciones tecnológicas, los fundamentos de la educación matemática contemporánea, y las dimensiones éticas de la IA en educación.

2.2.1 Inteligencia Artificial: Definición y aplicaciones educativas

Conceptualización de la inteligencia artificial

La inteligencia artificial (IA) es un campo interdisciplinario de la ciencia computacional que busca crear sistemas capaces de realizar tareas que normalmente requieren inteligencia humana. Según Russell y Norvig (2020), en su obra fundamental "Artificial Intelligence: A Modern Approach", la IA puede definirse desde cuatro perspectivas complementarias: "(1) sistemas que piensan como humanos; (2) sistemas que actúan como humanos; (3) sistemas que piensan racionalmente; y (4) sistemas que actúan racionalmente". En el contexto educativo, la IA se refiere típicamente a sistemas que pueden adaptarse al comportamiento del aprendiz, proporcionar retroalimentación personalizada, analizar patrones en datos de aprendizaje, y automatizar tareas educativas complejas.

Luckin et al. (2022) clasifican la IA educativa en tres generaciones: "(1) Primera generación: sistemas basados en reglas expertas predefinidas; (2) Segunda generación: sistemas que aprenden de datos mediante machine learning; y (3) Tercera generación emergente: sistemas que combinan múltiples modalidades de IA incluyendo procesamiento de lenguaje natural, visión

computacional y razonamiento simbólico". Las herramientas contemporáneas como ChatGPT, que los docentes y estudiantes están encontrando, pertenecen a esta tercera generación.

Aplicaciones de IA en educación matemática

Roll y Wylie (2016) identifican cinco categorías principales de aplicaciones de IA en educación matemática:

Sistemas Tutores Inteligentes (ITS): Estos sistemas proporcionan instrucción personalizada adaptada al nivel y necesidades de cada estudiante. Según VanLehn (2011), "los ITS más efectivos incorporan modelos cognitivos del dominio matemático, modelos del estudiante que rastrean su conocimiento y dificultades, y estrategias pedagógicas que determinan qué enseñar y cuándo". Ejemplos incluyen Carnegie Learning's MATHia, ALEKS (Assessment and Learning in Knowledge Spaces), y Photomath Plus.

Plataformas de Aprendizaje Adaptativo: Estas plataformas ajustan dinámicamente el contenido, secuencia y dificultad según el desempeño del estudiante. Walkington y Bernacki (2020) explican que "las plataformas adaptativas utilizan algoritmos de IA para identificar patrones en las respuestas del estudiante, diagnosticar concepciones erróneas, y prescribir actividades de remediación o enriquecimiento personalizadas". Ejemplos incluyen Khan Academy, DreamBox Learning, y Smart Sparrow.

Herramientas de Evaluación Automatizada con Retroalimentación Inteligente: Estos sistemas no solo califican respuestas, sino que proporcionan retroalimentación formativa específica. Khosravi et al. (2020) señalan que "la retroalimentación generada por IA puede ser más inmediata, específica y adaptada que la retroalimentación humana tradicional, especialmente en cursos masivos, pero requiere diseño cuidadoso para evitar que los estudiantes se enfoquen únicamente en obtener respuestas correctas sin comprensión".

Asistentes Virtuales y Chatbots Educativos: Estos sistemas conversacionales responden preguntas, explican conceptos, y guían a los estudiantes en la resolución de problemas. Winkler y Söllner (2018) argumentan que "los chatbots educativos efectivos deben combinar capacidades

técnicas de procesamiento de lenguaje natural con principios pedagógicos sólidos sobre cómo andamiar el aprendizaje y promover metacognición".

Herramientas de IA Generativa: La más reciente categoría, ejemplificada por ChatGPT, Claude, y similares, puede generar explicaciones, resolver problemas con soluciones detalladas paso a paso, crear ejercicios de práctica, y responder preguntas matemáticas complejas. Kasneci et al. (2023) advierten que "aunque estas herramientas son extraordinariamente potentes, presentan desafíos únicos: pueden generar ocasionalmente información incorrecta ('alucinaciones'), no siempre explican su razonamiento de manera pedagógicamente óptima, y su facilidad de uso puede reducir el esfuerzo cognitivo necesario para el aprendizaje profundo".

2.2.2 Teorías sobre adopción de tecnología educativa

Modelo de Aceptación Tecnológica (TAM)

El Modelo de Aceptación Tecnológica, desarrollado originalmente por Davis (1989) y extensamente validado en contextos educativos, propone que la adopción de tecnología está determinada principalmente por dos percepciones: utilidad percibida (el grado en que una persona cree que usar la tecnología mejorará su desempeño) y facilidad de uso percibida (el grado en que una persona cree que usar la tecnología será libre de esfuerzo).

Scherer et al. (2019), en su metaanálisis de estudios sobre TAM en educación, encontraron que "la utilidad percibida es el predictor más fuerte de intención de uso de tecnología educativa por parte de docentes, seguida por facilidad de uso percibida, normas sociales (lo que colegas importantes piensan sobre el uso), y autoeficacia tecnológica (confianza en la propia capacidad de usar la tecnología)". En el contexto de IA, esto implica que los docentes adoptarán estas herramientas si perciben beneficios claros para el aprendizaje estudiantil y si no las consideran excesivamente complejas.

Modelo TPACK (Technological Pedagogical Content Knowledge)

Desarrollado por Mishra y Koehler (2006), el marco TPACK propone que la integración efectiva de tecnología en la enseñanza requiere la intersección de tres tipos de conocimiento:

- **Conocimiento del Contenido (CK):** Conocimiento profundo de la disciplina (matemáticas)
- **Conocimiento Pedagógico (PK):** Conocimiento sobre métodos y procesos de enseñanza-aprendizaje
- **Conocimiento Tecnológico (TK):** Conocimiento sobre diversas tecnologías

Según Mishra (2019), "la mera yuxtaposición de estos tres conocimientos es insuficiente; lo que se requiere es su integración dinámica que reconozca que la tecnología no es neutra, sino que transforma tanto el contenido como la pedagogía". En el contexto de IA en matemáticas, esto significa que los docentes necesitan no solo saber matemáticas y pedagogía, sino también comprender cómo las herramientas específicas de IA transforman las posibilidades de representación, exploración y evaluación de conceptos matemáticos.

Chai, Koh y Tsai (2013) desarrollaron específicamente el marco TPACK para el siglo XXI, añadiendo dimensiones de pensamiento computacional y alfabetización digital, particularmente relevantes cuando se considera la IA como herramienta educativa.

Teoría de la Difusión de Innovaciones

Rogers (2003), propuso que la adopción de innovaciones sigue una curva predecible, con individuos clasificables en categorías: innovadores (2.5%), adoptadores tempranos (13.5%), mayoría temprana (34%), mayoría tardía (34%), y rezagados (16%). Según Rogers, "las percepciones sobre cinco atributos de la innovación determinan su tasa de adopción: ventaja relativa (mejora sobre prácticas actuales), compatibilidad (coherencia con valores y experiencias existentes), complejidad (dificultad de uso), posibilidad de experimentación (oportunidad de probar), y observabilidad (visibilidad de resultados)".

En el contexto de IA en educación, esta teoría sugiere que las instituciones deben: Demostrar claramente ventajas sobre métodos tradicionales; Enmarcar la IA como compatible con valores educativos fundamentales; Reducir la complejidad percibida mediante capacitación y soporte; Permitir experimentación de bajo riesgo; Hacer visibles los casos de éxito.

Teoría de la Carga Cognitiva aplicada a tecnología educativa

Sweller, Ayres y Kalyuga (2011), desarrollaron la teoría de la carga cognitiva, que tiene implicaciones importantes para el diseño de experiencias de aprendizaje con IA. La teoría distingue tres tipos de carga cognitiva: intrínseca (inherente a la complejidad del material), extrínseca (impuesta por el diseño instruccional), y germánica (dedicada al procesamiento y construcción de esquemas).

Según Clark, Nguyen y Sweller (2006), "la tecnología educativa puede reducir carga cognitiva extrínseca mediante interfaces intuitivas y presentaciones bien diseñadas, pero también puede aumentarla si es confusa o distrayente". En el contexto de herramientas de IA para matemáticas, esto significa que los docentes deben seleccionar herramientas con interfaces claras y diseñar actividades que aprovechen la IA para reducir carga cognitiva irrelevante (por ejemplo, cálculos tediosos) mientras mantienen el esfuerzo cognitivo en aspectos conceptualmente importantes.

2.2.3 Fundamentos de la educación matemática contemporánea

Comprensión conceptual versus conocimiento procedimental

Uno de los debates centrales en educación matemática es el balance entre comprensión conceptual (entendimiento profundo de ideas matemáticas y sus relaciones) y fluidez procedimental (habilidad para realizar procedimientos de manera flexible, precisa y eficiente). El National Research Council (2001), en su influyente informe "Adding It Up", propuso que la competencia matemática requiere cinco componentes entrelazados: comprensión conceptual, fluidez procedimental, competencia estratégica (capacidad para formular y resolver problemas), razonamiento adaptativo (capacidad para pensar lógicamente), y disposición productiva (inclinación a ver las matemáticas como sensatas y útiles).

Rittle-Johnson, Schneider y Star (2015) argumentan que "comprensión conceptual y fluidez procedimental se desarrollan iterativamente, reforzándose mutuamente a través del tiempo". Esta perspectiva tiene implicaciones importantes para el uso de IA: si las herramientas se utilizan solo para ejecutar procedimientos sin promover comprensión conceptual, se pierde una

oportunidad crucial de aprendizaje. Los docentes deben diseñar actividades donde la IA apoye, no reemplace, el desarrollo de ambas dimensiones.

Construccionismo y aprendizaje activo en matemáticas

Basándose en las teorías constructivistas de Piaget y el construccionismo de Papert (1980), la educación matemática contemporánea enfatiza que "los estudiantes construyen conocimiento matemático mediante exploración activa, manipulación de representaciones, formulación y prueba de conjeturas, y reflexión sobre patrones y relaciones". Las herramientas de IA, cuando se usan apropiadamente, pueden potenciar este enfoque permitiendo exploraciones más ricas, visualizaciones dinámicas, y retroalimentación inmediata que facilita ciclos rápidos de experimentación.

Freudenthal (1991), en su teoría de Educación Matemática Realista, propuso que "las matemáticas se enseñan mejor como actividad humana, conectada con contextos significativos, progresando desde métodos informales hacia formalización gradual". Las herramientas de IA pueden apoyar este enfoque generando contextos variados, apoyando múltiples representaciones, y permitiendo que estudiantes exploren patrones antes de formalizar conceptos.

Teoría de las representaciones múltiples

Duval (2006), estableció que "la comprensión de un concepto matemático requiere coordinar múltiples sistemas de representación: lingüística, simbólica, visual/gráfica, y manipulativa". La capacidad de traducir entre representaciones es indicador de comprensión profunda. Muchas herramientas de IA para matemáticas permiten generar y conectar múltiples representaciones de conceptos, por ejemplo, mostrando simultáneamente la expresión algebraica de una función, su gráfica, y una tabla de valores.

Ainsworth (2006) advierte, sin embargo, que "las representaciones múltiples solo apoyan el aprendizaje cuando los estudiantes comprenden cada representación individual y pueden construir conexiones entre ellas; de otro modo, pueden aumentar la carga cognitiva y confusión". El rol del docente es crucial para mediar el uso de herramientas que generan múltiples representaciones.

Teoría del aprendizaje situado y comunidades de práctica

Lave y Wenger (1991) propusieron que el aprendizaje es fundamentalmente situado en contextos sociales y culturales. En educación matemática, esto significa que "los estudiantes aprenden matemáticas participando en prácticas matemáticas auténticas, no solo adquiriendo conocimiento abstracto descontextualizado". Las herramientas de IA pueden facilitar el acceso a prácticas matemáticas auténticas al permitir que los estudiantes trabajen con datos reales, modelos computacionales complejos, y problemas del mundo real que serían inmanejables sin apoyo tecnológico.

2.2.4 Percepciones docentes: Conceptualización y factores influyentes

Naturaleza de las percepciones docentes

Las percepciones docentes son construcciones cognitivas y afectivas complejas que incluyen creencias, actitudes, conocimientos y expectativas sobre fenómenos educativos. Según Pajares (1992), en su análisis seminal sobre creencias docentes, "las percepciones de los profesores funcionan como filtros a través de los cuales interpretan nuevas experiencias y toman decisiones pedagógicas; son notablemente resistentes al cambio, especialmente cuando están profundamente arraigadas y conectadas con la identidad profesional".

Ertmer (2005), distingue entre barreras de primer orden (externas al docente: acceso a recursos, tiempo, soporte técnico) y barreras de segundo orden (internas: creencias, conocimiento, autoeficacia, apertura al cambio). Argumenta que "aunque las barreras de primer orden son importantes, las de segundo orden son más determinantes en la integración genuina y sostenida de tecnología". En el contexto de IA, esto implica que incluso si se proporcionan recursos tecnológicos abundantes, la transformación pedagógica depende fundamentalmente de cambios en las percepciones y creencias docentes.

Factores que influyen en las percepciones sobre IA educativa

Conocimiento y experiencia previa: Tondeur et al. (2017) encontraron que "los docentes con mayor conocimiento sobre las capacidades y limitaciones de la tecnología tienden a tener

percepciones más matizadas y realistas, ni excesivamente optimistas ni pesimistas". La falta de conocimiento, por otro lado, puede generar tanto tecnofobia como expectativas irrealistas.

Autoeficacia tecnológica: Bandura (1997) estableció que la autoeficacia (creencia en la propia capacidad de ejecutar exitosamente una tarea) es un predictor crítico del comportamiento. En tecnología educativa, Hatlevik (2017) demostró que "los docentes con mayor autoeficacia tecnológica están más dispuestos a experimentar con nuevas herramientas, persisten ante dificultades, y desarrollan usos más sofisticados e integrados".

Creencias pedagógicas: Hermans, Tondeur, van Braak y Valcke (2008) demostraron que "las creencias pedagógicas de los docentes (constructivistas versus transmisionistas) predicen significativamente cómo integran tecnología: los docentes con orientación constructivista tienden a usar tecnología para facilitar aprendizaje activo, mientras que aquellos con orientación transmisionista la usan para presentación de información".

Percepciones sobre el rol docente: Según Zhao y Frank (2003), "los docentes que perciben la tecnología como amenaza a su rol profesional o su autoridad epistémica muestran mayor resistencia, mientras que aquellos que la ven como herramienta que amplifica sus capacidades profesionales son más receptivos". Esta dimensión es particularmente relevante con IA, dado los temores sobre automatización y obsolescencia profesional.

Experiencias previas con innovación tecnológica: Ertmer, Ottenbreit-Leftwich y Tondeur (2015), señalan que "las experiencias positivas previas con tecnología educativa generan confianza y apertura hacia nuevas herramientas, mientras que experiencias negativas (implementaciones fallidas, tecnología poco confiable, falta de soporte) generan escepticismo y resistencia". Las instituciones deben aprender de estas experiencias para diseñar implementaciones exitosas.

Cultura organizacional y apoyo institucional: Fullan (2007) enfatiza que "la adopción exitosa de innovaciones educativas requiere culturas escolares que valoren la experimentación, toleren el error como parte del aprendizaje, y proporcionen apoyo técnico y pedagógico continuo". En ausencia de este apoyo, incluso docentes individualmente motivados enfrentan obstáculos insuperables.

Contexto disciplinar: Tondeur, van Braak, Sang, Voogt, Fisser y Ottenbreit-Leftwich (2012) encontraron que "las percepciones sobre tecnología varían significativamente entre disciplinas, relacionándose con las epistemologías y prácticas características de cada campo". En matemáticas, existe tensión entre apreciar las herramientas computacionales poderosas y preocupación por que los estudiantes pierdan habilidades fundamentales.

2.2.5 Dimensiones éticas de la IA en educación

Principios éticos fundamentales

La integración de IA en educación plantea cuestiones éticas complejas que los docentes deben navegar. UNESCO (2021), en su "Recomendación sobre la Ética de la Inteligencia Artificial", establece principios fundamentales aplicables a la educación:

Respeto a los derechos humanos y dignidad: Los sistemas de IA deben respetar fundamentalmente la autonomía, privacidad y dignidad de estudiantes y docentes. Según Floridi et al. (2018), "los sistemas de IA educativa no deben reducir a los estudiantes a conjuntos de datos o perfiles algorítmicos, sino mantener su reconocimiento como agentes humanos con capacidad de autodeterminación y desarrollo".

Equidad y no discriminación: Los algoritmos de IA pueden perpetuar y amplificar sesgos existentes. O'Neil (2016), en su obra "Weapons of Math Destruction", documenta cómo "los algoritmos que parecen objetivos frecuentemente reproducen discriminaciones basadas en raza, género, nivel socioeconómico, reforzando desigualdades sistémicas". En educación, esto puede manifestarse en sistemas que proporcionan oportunidades diferenciadas basadas en características demográficas.

Transparencia y explicabilidad: Según Ananny y Crawford (2018), "los sistemas de IA educativa deben ser transparentes sobre cómo funcionan, qué datos utilizan, y cómo toman decisiones que afectan a los estudiantes". La opacidad algorítmica ("cajas negras") es problemática en educación porque impide que docentes y estudiantes comprendan y cuestionen las recomendaciones del sistema.

Privacidad y protección de datos: Los sistemas de IA educativa frecuentemente recopilan vastas cantidades de datos sobre estudiantes. Tsai, Whitelock-Wainwright, y Gašević (2020) advierten que "la recopilación intensiva de datos educativos plantea riesgos de vigilancia, perfilamiento, y uso no autorizado de información sensible". Las instituciones deben implementar salvaguardas robustas.

Agencia humana y supervisión: UNESCO (2021) enfatiza que "los humanos deben mantener control significativo sobre sistemas de IA; las decisiones educativas importantes no deben delegarse completamente a algoritmos". En el contexto de enseñanza de matemáticas, esto significa que los docentes deben mantener su rol de juicio profesional sobre qué y cómo enseñar, usando la IA como herramienta, no como autoridad final.

Tensiones éticas específicas en el uso de IA para matemáticas

Dilema de la automatización versus comprensión: Las herramientas de IA pueden resolver prácticamente cualquier problema matemático que encontrarán los estudiantes universitarios. Esto plantea la pregunta: ¿Qué habilidades matemáticas siguen siendo esenciales desarrollar? Schoenfeld (2016) argumenta que "el objetivo de la educación matemática no es producir calculadoras humanas, sino desarrollar razonamiento matemático, pensamiento crítico, y capacidad de modelación". Los docentes deben redefinir objetivos de aprendizaje en la era de IA.

Dilema de integridad académica: Cuando los estudiantes tienen acceso a herramientas que pueden completar sus tareas, ¿cómo se garantiza que el trabajo presentado refleja su aprendizaje genuino? Lancaster y Cotarlan (2021) señalan que "prohibir estas herramientas es cada vez más impracticable; lo que se requiere es rediseñar evaluaciones para enfocarse en competencias que la IA no puede reemplazar: pensamiento crítico, creatividad, aplicación contextual, y reflexión metacognitiva".

Dilema de equidad en el acceso: Si algunos estudiantes tienen acceso a herramientas premium de IA mientras otros no, se amplían desigualdades educativas. Según Selwyn, Hillman, Eynon, Ferreira, Knox, Macgilchrist y Sancho-Gil (2020), "las instituciones educativas tienen responsabilidad de proporcionar acceso equitativo a herramientas educativas esenciales, pero

frecuentemente carecen de recursos para hacerlo". Este dilema es particularmente agudo en contextos de recursos limitados como República Dominicana.

Dilema de dependencia versus empoderamiento: Existe tensión entre usar IA como "muleta" que crea dependencia versus usarla como "andamiaje" que eventualmente se retira una vez desarrollada la competencia. Vygotsky (1978) estableció que el apoyo pedagógico efectivo opera en la "zona de desarrollo próximo", proporcionando suficiente soporte para permitir éxito, pero retirándose gradualmente conforme el estudiante desarrolla autonomía. Los docentes deben determinar cómo usar IA de esta manera desarrollativa.

2.2.6 Transformación del rol docente en la era de la IA

Del transmisor al diseñador y facilitador

Múltiples autores argumentan que la IA no reemplaza a los docentes, sino que transforma su rol. Según Luckin et al. (2016), "en lugar de ser la única fuente de información y retroalimentación, el docente se convierte en diseñador de experiencias de aprendizaje, curador de recursos, facilitador de discusiones, mentor socioemocional, y desarrollador de metacognición y pensamiento crítico".

Zhao (2019), propone que "la automatización mediante IA de funciones pedagógicas rutinarias (presentación de información, práctica repetitiva, corrección de ejercicios) libera al docente para enfocarse en dimensiones más complejas y humanas de la educación: inspirar curiosidad, cultivar creatividad, desarrollar habilidades socioemocionales, y guiar el desarrollo de identidad profesional".

Competencias docentes requeridas

Según Mishra (2019), los docentes en la era de IA necesitan desarrollar nuevas competencias:

Alfabetización en IA: Comprensión básica de qué es la IA, cómo funciona, qué puede y no puede hacer, y cuáles son sus implicaciones éticas. No se requiere que los docentes sean ingenieros de IA, pero sí que comprendan fundamentalmente estas tecnologías.

Curación crítica de herramientas: Capacidad para evaluar críticamente herramientas de IA educativa: calidad técnica, fundamentación pedagógica, adecuación a contextos específicos, y consideraciones éticas. Esto requiere desarrollar criterios sofisticados de evaluación.

Diseño instruccional híbrido: Habilidad para diseñar experiencias de aprendizaje que integren efectivamente instrucción humana, trabajo colaborativo entre estudiantes, y apoyo de herramientas de IA. Esto requiere repensar profundamente la planificación pedagógica.

Mediación del aprendizaje con IA: Capacidad para ayudar a estudiantes a usar herramientas de IA productivamente: formulando buenas preguntas, interpretando críticamente respuestas, verificando información, y conectando el trabajo con IA con comprensión conceptual más profunda.

Evaluación auténtica: Habilidad para diseñar evaluaciones que midan competencias genuinas en contextos donde los estudiantes tienen acceso a IA. Esto implica moverse hacia evaluaciones de desempeño, portafolios, proyectos complejos, y tareas que requieren aplicación contextual y reflexión metacognitiva.

Desarrollo de ciudadanía digital y ética de IA: Capacidad para guiar a los estudiantes en el uso responsable, crítico y ético de IA, incluyendo comprensión de limitaciones, sesgos, implicaciones de privacidad, y cuestiones de integridad académica.

Resistencia y ansiedad docente

Howard, Tondeur, Siddiq y Scherer (2021) documentan que "muchos docentes experimentan ansiedad tecnológica cuando se confrontan con tecnologías emergentes complejas como la IA". Esta ansiedad puede manifestarse como resistencia, evitación, o uso superficial de las herramientas. Los factores que contribuyen incluyen:

- Percepción de amenaza a la identidad y expertise profesional
- Temor de parecer incompetente frente a estudiantes
- Preocupación sobre obsolescencia laboral
- Sobrecarga por demandas de aprendizaje continuo

- Experiencias negativas previas con implementaciones tecnológicas fallidas

Según Day y Gu (2014), "la implementación exitosa de innovaciones requiere atender no solo a dimensiones técnicas y pedagógicas, sino también a las dimensiones emocionales y de identidad profesional de los docentes". Esto significa que los programas de capacitación deben incluir espacios para expresar preocupaciones, procesar emociones, y reconstruir identidad profesional en contextos cambiantes.

2.2.7 Capacitación y desarrollo profesional docente en IA

Principios para formación docente efectiva

Relevancia y aplicabilidad: Según Desimone (2009), "la formación docente es más efectiva cuando se enfoca en contenidos específicos de la disciplina y conecta directamente con la práctica del aula". Los talleres genéricos sobre IA son menos efectivos que aquellos específicamente diseñados para enseñanza de matemáticas, con ejemplos y actividades directamente aplicables.

Aprendizaje activo: Darling-Hammond, Hyler y Gardner (2017) enfatizan que "los docentes aprenden mejor haciendo, no solo escuchando". Los programas efectivos incluyen oportunidades para explorar herramientas, diseñar actividades, implementarlas con estudiantes, y reflexionar sobre resultados.

Colaboración entre pares: Vangrieken, Dochy, Raes y Kyndt (2015) demostraron que "el aprendizaje colaborativo entre docentes es más efectivo que la formación individual". Crear comunidades de práctica donde los docentes compartan experiencias, recursos y estrategias potencia el aprendizaje.

Duración y sostenimiento: Darling-Hammond et al. (2017) señalan que "talleres aislados de corta duración tienen impacto limitado; lo que se requiere son programas sostenidos que incluyan seguimiento, acompañamiento y oportunidades continuas de profundización".

Diferenciación según necesidades: Los docentes varían enormemente en conocimientos previos, experiencia tecnológica, y estilos de aprendizaje. Según Tomlinson (2001), "la formación

docente efectiva debe diferenciarse, ofreciendo múltiples puntos de entrada y trayectorias de aprendizaje según las necesidades individuales".

Modelos de capacitación docente en IA

Trust, Maloy y Shepardson (2021) proponen un modelo de capacitación docente en IA que incluye cuatro componentes:

1. **Alfabetización fundamental en IA:** Comprensión básica de conceptos, funcionamiento, capacidades y limitaciones
2. **Exploración de herramientas:** Experiencia práctica con diversas herramientas de IA educativa
3. **Integración pedagógica:** Diseño de actividades de aprendizaje que integren IA efectivamente
4. **Reflexión ética y crítica:** Análisis de implicaciones éticas, limitaciones, y uso responsable

Ng, Leung, Chu y Qiao (2021), desarrollaron un curriculum específico para alfabetización en IA para docentes que incluye: "(1) conocer IA: conceptos fundamentales; (2) usar IA: aplicaciones prácticas; (3) evaluar IA: pensamiento crítico sobre beneficios y riesgos; y (4) crear con IA: diseñar soluciones educativas potenciadas por IA".

2.3 Marco conceptual

Actitud Docente

Predisposición evaluativa (favorable, neutral o desfavorable) hacia un objeto, práctica o innovación educativa. Las actitudes tienen componentes cognitivos (creencias), afectivos (emociones), y conductuales (intenciones de acción) (Eagly & Chaiken, 1993).

Adopción Tecnológica

Proceso mediante el cual individuos o instituciones deciden utilizar una nueva tecnología. Incluye etapas de conocimiento, persuasión, decisión, implementación y confirmación. La

adopción puede ser superficial (uso mínimo) o profunda (integración transformadora) (Rogers, 2003).

Agencia Estudiantil

Capacidad de los estudiantes para tomar decisiones autónomas sobre su aprendizaje, ejercer control sobre procesos y resultados, y actuar como protagonistas activos en lugar de receptores pasivos. La integración de IA debe preservar y potenciar, no erosionar, la agencia estudiantil (Bandura, 2001).

Alfabetización en IA

Conjunto de competencias que permiten a individuos comprender conceptos fundamentales de IA, evaluar críticamente sistemas de IA, usar herramientas de IA efectiva y éticamente, y participar informadamente en discusiones sobre implicaciones sociales de la IA (Long & Magerko, 2020).

Aprendizaje Adaptativo

Enfoque educativo que utiliza algoritmos para ajustar dinámicamente el contenido, secuencia, ritmo y nivel de dificultad de las actividades de aprendizaje según el desempeño, necesidades y preferencias del estudiante individual (Walkington & Bernacki, 2020).

Aprendizaje Híbrido con IA

Enfoque pedagógico que combina intencionalmente instrucción directa por docentes humanos, interacciones colaborativas entre estudiantes, y apoyo personalizado de sistemas de IA, aprovechando las fortalezas complementarias de cada componente (Bozkurt et al., 2021).

Autoeficacia Tecnológica Docente

Creencia del docente en su propia capacidad para utilizar exitosamente tecnología en su práctica educativa. La autoeficacia influye significativamente en la disposición a adoptar nuevas tecnologías y la persistencia ante dificultades (Bandura, 1997; Hatlevik, 2017).

Competencia Matemática

Capacidad integral que incluye comprensión conceptual de ideas matemáticas, fluidez procedimental en la ejecución de métodos, competencia estratégica para formular y resolver problemas, razonamiento adaptativo, y disposición productiva hacia las matemáticas (National Research Council, 2001).

Comunidad de Práctica

Grupo de personas que comparten una preocupación, conjunto de problemas, o pasión sobre un tema, y que profundizan su conocimiento y expertise mediante interacción continua. En contextos educativos, las comunidades de práctica docente facilitan aprendizaje profesional y difusión de innovaciones (Wenger, 1998).

Evaluación Auténtica

Forma de evaluación que requiere que los estudiantes demuestren competencias en contextos realistas y significativos, mediante tareas complejas que reflejan desafíos del mundo real. Es especialmente relevante cuando los estudiantes tienen acceso a herramientas de IA (Wiggins, 1998).

IA Generativa

Tipo de inteligencia artificial capaz de generar contenido nuevo (texto, imágenes, código, etc.) basándose en patrones aprendidos de grandes conjuntos de datos. Ejemplos incluyen ChatGPT, Claude, y DALL-E. En educación matemática, puede generar explicaciones, problemas de práctica, y soluciones detalladas paso a paso (Kasneci et al., 2023).

Integridad Académica

Compromiso con valores éticos fundamentales en el trabajo académico: honestidad, confianza, equidad, respeto y responsabilidad. En el contexto de IA, implica uso transparente y apropiado de herramientas, citación de fuentes automatizadas, y distinción clara entre trabajo propio y asistido por IA (Fishman, 2016).

Inteligencia Artificial (IA)

Campo de la ciencia computacional que se dedica a crear sistemas capaces de realizar tareas que normalmente requieren inteligencia humana, tales como aprendizaje, razonamiento, resolución de problemas, percepción y comprensión del lenguaje. En el contexto educativo, se refiere a sistemas que pueden adaptarse al comportamiento del aprendiz, proporcionar retroalimentación personalizada y automatizar procesos educativos complejos (Russell & Norvig, 2020).

Inteligencia Artificial Educativa

Aplicación de técnicas de inteligencia artificial específicamente diseñadas para apoyar procesos de enseñanza-aprendizaje. Incluye sistemas tutores inteligentes, plataformas de aprendizaje adaptativo, herramientas de evaluación automatizada, y asistentes virtuales educativos (Luckin et al., 2016).

Metacognición

Conocimiento y regulación de los propios procesos cognitivos. Incluye planificación (cómo abordar una tarea), monitoreo (supervisión del progreso), y evaluación (reflexión sobre resultados). El desarrollo metacognitivo es crucial para el aprendizaje autorregulado y la transferencia de conocimientos (Schraw & Dennison, 1994).

Pensamiento Computacional

Proceso de pensamiento involucrado en formular problemas y sus soluciones de manera que puedan ser ejecutados efectivamente por agentes de procesamiento de información, ya sean humanos, computadoras, o ambos. Incluye habilidades como descomposición de problemas, reconocimiento de patrones, abstracción y diseño algorítmico (Wing, 2006).

Percepción Docente

Construcción cognitiva y afectiva compleja que incluye creencias, actitudes, conocimientos, expectativas y evaluaciones que los docentes tienen sobre fenómenos educativos

específicos. Las percepciones funcionan como filtros interpretativos que influyen decisiones y prácticas pedagógicas (Pajares, 1992).

Personalización del Aprendizaje

Adaptación de la experiencia educativa a las características, necesidades, intereses, y contextos individuales de cada estudiante. Los sistemas de IA permiten personalización a escala que sería imposible para un docente con múltiples estudiantes (Pane, Steiner, Baird & Hamilton, 2015).

Razonamiento Matemático

Proceso cognitivo de pensamiento lógico sobre conceptos, relaciones y estructuras matemáticas. Incluye formular conjeturas, construir argumentos, evaluar evidencia, identificar patrones, y justificar conclusiones. Es considerado más fundamental que la ejecución de procedimientos algorítmicos (Schoenfeld, 2016).

Retroalimentación Inteligente

Información proporcionada por sistemas de IA sobre el desempeño del estudiante que es personalizada, oportuna, específica, y adaptada a su nivel de conocimiento y necesidades de aprendizaje. Va más allá de indicar correcto/incorrecto para proporcionar orientación sobre cómo mejorar (Khosravi et al., 2020).

Sesgo Algorítmico

Error sistemático en sistemas de IA que produce resultados injustos o discriminatorios hacia ciertos grupos de personas. Puede originarse en datos de entrenamiento no representativos, diseño algorítmico deficiente, o supuestos implícitos de los desarrolladores (O'Neil, 2016).

Sistemas Tutores Inteligentes (ITS)

Sistemas computacionales que proporcionan instrucción personalizada inmediata y retroalimentación adaptada a las necesidades individuales de cada estudiante, utilizando modelos del dominio de conocimiento, del estudiante, y estrategias pedagógicas (VanLehn, 2011).

TPACK (Technological Pedagogical Content Knowledge)

Marco conceptual que describe el conocimiento necesario para integrar efectivamente tecnología en la enseñanza, requiriendo la intersección de conocimiento tecnológico, pedagógico y del contenido disciplinar específico (Mishra & Koehler, 2006).

Transparencia Algorítmica

Grado en que el funcionamiento de un sistema de IA es comprensible y explicable para usuarios, educadores y estudiantes. La falta de transparencia ("caja negra") dificulta la evaluación crítica, la rendición de cuentas y la confianza (Ananny & Crawford, 2018).

Zona de Desarrollo Próximo (ZDP)

Concepto de Vygotsky que describe la distancia entre lo que un estudiante puede hacer independientemente y lo que puede lograr con apoyo apropiado. Las herramientas de IA efectivas funcionan como andamiaje dentro de la ZDP, proporcionando soporte que gradualmente se retira conforme el estudiante desarrolla competencia (Vygotsky, 1978).

CAPÍTULO III

PROPUESTA DE SOLUCIÓN DEL PROBLEMA SELECCIONADO

3.1 Descripción de la Propuesta

Para abordar la limitada preparación y disposición del cuerpo docente de matemáticas de UTECO para integrar pedagógicamente herramientas de inteligencia artificial en sus prácticas de enseñanza, se propone una estrategia integral denominada "Docentes IA-Ready: Transformando la Enseñanza de las Matemáticas en UTECO".

Esta propuesta se fundamenta en los hallazgos de la literatura revisada, particularmente en el modelo de capacitación docente en IA propuesto por Trust et al. (2021), el marco TPACK adaptado para tecnologías emergentes de Mishra (2019), y los principios de desarrollo profesional efectivo establecidos por Darling-Hammond et al. (2017). La estrategia reconoce que la integración exitosa de IA en educación matemática requiere no solo acceso a herramientas tecnológicas, sino fundamentalmente transformación en conocimientos, actitudes, competencias pedagógicas y marcos éticos de los docentes.

La propuesta incluye cuatro componentes fundamentales e interdependientes:

Componente 1: Alfabetización y Capacitación en IA Educativa - Desarrollar comprensión conceptual sobre qué es la IA, cómo funciona, qué herramientas existen específicamente para la enseñanza de matemáticas, y cómo estas pueden integrarse pedagógicamente para mejorar el aprendizaje estudiantil. Este componente se basa en el curriculum de alfabetización en IA para docentes desarrollado por Ng et al. (2021), que incluye conocer, usar, evaluar y crear con IA.

Componente 2: Desarrollo de Competencias Pedagógicas con IA - Fortalecer las capacidades docentes para diseñar experiencias de aprendizaje que integren efectivamente herramientas de IA, siguiendo el enfoque TPACK que requiere la intersección de conocimiento tecnológico, pedagógico y del contenido matemático específico (Mishra & Koehler, 2006). Este componente incluye diseño de actividades, estrategias de evaluación auténtica, y mediación del aprendizaje con IA.

Componente 3: Construcción de Marco Ético e Institucional - Desarrollar colectivamente políticas, lineamientos éticos y protocolos institucionales para el uso responsable de IA en la enseñanza, abordando cuestiones de integridad académica, privacidad, equidad, transparencia y preservación de la agencia estudiantil, siguiendo los principios establecidos por UNESCO (2021) en su Recomendación sobre la Ética de la Inteligencia Artificial.

Componente 4: Creación de Comunidad de Práctica Docente - Establecer una red sostenible de docentes que compartan experiencias, recursos, dilemas y soluciones relacionadas con la integración de IA en la enseñanza de matemáticas. Este componente se fundamenta en la teoría de comunidades de práctica de Wenger (1998) y en la evidencia de Vangrieken et al. (2015) sobre la efectividad del aprendizaje colaborativo docente.

La estrategia se diseña como un proceso gradual, sostenido y contextualizado que respeta la diversidad del cuerpo docente en términos de conocimientos previos, experiencia tecnológica, y disposición al cambio. Siguiendo a Rogers (2003), se reconoce que la adopción de innovaciones sigue ritmos diferenciados, por lo que la propuesta incluye múltiples puntos de entrada y trayectorias de participación.

3.2 Alcances y Límites

Delimitación espacial: El presente proyecto se implementará en la Universidad Tecnológica del Cibao Oriental (UTECO), específicamente con los docentes que imparten asignaturas de matemáticas en las diferentes facultades: Ciencias y Humanidades, Ingeniería y Arquitectura, Ciencias Económicas y Sociales, y otras facultades donde se ofrecen cursos de matemáticas en sus programas de formación.

Delimitación temporal: Este proyecto se realizará durante el período académico 2025-2026, con una duración de diez meses (septiembre 2025 a junio 2026), permitiendo implementación, seguimiento y evaluación dentro de un año académico completo.

Delimitación temática: El alcance de este proyecto se centra en la percepción docente frente a la integración de inteligencia artificial específicamente en la enseñanza de matemáticas a

nivel universitario. No abarca otras disciplinas ni otros niveles educativos, aunque los aprendizajes generados puedan ser transferibles.

Limitaciones:

- El proyecto se limita a docentes de matemáticas; la extensión a otras disciplinas requeriría proyectos complementarios
- No incluye desarrollo de infraestructura tecnológica extensiva, aunque identifica necesidades
- El presupuesto limitado restringe la adquisición de licencias premium de herramientas de IA comerciales
- El seguimiento intensivo se concentra en el período del proyecto; la sostenibilidad a largo plazo dependerá de institucionalización
- Algunos docentes pueden mostrar resistencia o participación limitada debido a sobrecargas laborales o escepticismo
- Los resultados son específicos al contexto de UTECO y, aunque informativos, requieren cautela en su generalización a otras instituciones

Como señalan Zawacki-Richter et al. (2019), las iniciativas de integración de IA en educación superior deben ser realistas sobre sus alcances, reconociendo que la transformación genuina es gradual y requiere esfuerzos sostenidos más allá de proyectos individuales.

3.3 Objetivos de la propuesta

Objetivo general:

Fortalecer las percepciones, conocimientos y competencias pedagógicas de los docentes de matemáticas de UTECO para integrar responsable y efectivamente herramientas de inteligencia artificial en su práctica educativa, mediante un programa de alfabetización en IA, desarrollo profesional contextualizado, construcción de marco ético institucional, y creación de comunidad de práctica, con el fin de mejorar la calidad del aprendizaje matemático y preparar a los estudiantes para el mundo profesional contemporáneo.

Objetivos específicos:

1. Desarrollar alfabetización en IA entre los docentes de matemáticas mediante un programa formativo que aborde fundamentos conceptuales de inteligencia artificial, panorama de herramientas educativas disponibles, capacidades y limitaciones de sistemas de IA, y principios éticos de su uso, siguiendo el modelo de Ng et al. (2021) que incluye conocer, usar, evaluar y crear con IA.
2. Fortalecer las competencias pedagógicas de los docentes para diseñar, implementar y evaluar experiencias de aprendizaje matemático que integren herramientas de IA de manera coherente con principios de educación matemática efectiva, aplicando el marco TPACK (Mishra & Koehler, 2006) adaptado al contexto de tecnologías emergentes.
3. Co-construir participativamente un marco ético-institucional para el uso de IA en la enseñanza que aborde integridad académica, privacidad de datos, equidad en el acceso, transparencia algorítmica, y preservación de la agencia estudiantil, alineado con los principios de UNESCO (2021) sobre ética de la inteligencia artificial.
4. Establecer una comunidad de práctica sostenible de docentes de matemáticas que facilite el intercambio continuo de experiencias, recursos, dilemas y soluciones relacionadas con la integración de IA, promoviendo cultura de innovación pedagógica y aprendizaje profesional colaborativo (Wenger, 1998; Vangrieken et al., 2015).
5. Generar evidencia empírica sistemática sobre las percepciones, actitudes, conocimientos, barreras y oportunidades que los docentes de UTECO identifican respecto a la integración de IA en matemáticas, contribuyendo al conocimiento sobre esta temática en contextos latinoamericanos y universitarios dominicanos.

3.4 Plan de acción

Objetivos Específicos	Actividades	Recursos	Responsables
1. Desarrollar alfabetización en IA entre docentes de matemáticas	Diagnóstico inicial de conocimientos y percepciones mediante cuestionario estructurado y entrevistas semiestructuradas (metodología mixta según Creswell & Creswell, 2018).		
	Ciclo de tres talleres formativos sobre IA educativa (total 18 horas):		Coordinación del proyecto
	Taller 1: "Fundamentos de IA y su potencial educativo" (6 horas)	Económicos	Especialistas en IA educativa (consultores externos)
	Taller 2: "Herramientas de IA para enseñanza de matemáticas" (6 horas)	Materiales didácticos Tecnológicos Humanos	Departamento de Tecnología Educativa UTECO
	Taller 3: "Evaluación crítica de sistemas de IA educativa" (6 horas)	Plataforma LMS institucional	Vicerrectoría Académica
	Repositorio digital institucional de recursos sobre IA educativa (artículos, tutoriales, casos de estudio)		
	Sesiones de demostración práctica con herramientas		

Objetivos Específicos	Actividades	Recursos	Responsables
	específicas: ChatGPT/Claude para explicaciones matemáticas, Wolfram Alpha, Photomath, GeoGebra con componentes de IA, plataformas adaptativas.		
2. Fortalecer competencias pedagógicas para integrar IA	Taller de diseño instruccional con IA (8 horas): aplicación del marco TPACK para planificar secuencias didácticas que integren herramientas de IA coherentemente con objetivos de aprendizaje matemático. Laboratorio pedagógico de experimentación (sesiones mensuales durante 6 meses): espacios donde docentes diseñan, implementan en sus cursos, y reflexionan sobre actividades con IA, siguiendo ciclos de investigación-acción (McNiff & Whitehead, 2011). Desarrollo de banco institucional de actividades de aprendizaje con IA para diferentes contenidos matemáticos (cálculo, álgebra, estadística, matemática discreta).	Materiales Humanos Tecnológicos Acceso a herramientas de IA Espacios de laboratorio	Coordinadores pedagógicos Docentes líderes de innovación Especialistas en didáctica de matemáticas Coordinación del proyecto

Objetivos Específicos	Actividades	Recursos	Responsables
	Taller sobre evaluación auténtica en contextos con IA (6 horas): rediseño de estrategias evaluativas para valorar competencias genuinas cuando estudiantes tienen acceso a herramientas de IA (Wiggins, 1998).		
3. Co-construir marco ético-institucional para uso de IA	Conformación de Comisión Institucional sobre IA en Educación con representación de docentes, estudiantes, autoridades, y especialistas en ética. Serie de tres foros de reflexión ética sobre dilemas del uso de IA en educación: integridad académica, privacidad, equidad, transparencia, agencia humana (principios UNESCO, 2021). Redacción participativa de Lineamientos Institucionales para Uso de IA en Enseñanza, que establezcan usos permitidos, recomendados y prohibidos;	Humanos Materiales Documentos de políticas institucionales Asesoría jurídica	Rectoría Vicerrectoría Académica Comité de Ética Institucional Representantes docentes y estudiantiles Asesoría legal

Objetivos Específicos	Actividades	Recursos	Responsables
	protocolos de citación; consideraciones de privacidad; criterios de selección de herramientas. Actualización del Reglamento Académico incorporando disposiciones sobre IA e integridad académica.		
4. Establecer comunidad de práctica sostenible	Lanzamiento oficial de "Comunidad de Práctica IA+Matemáticas UTECO" con plataforma virtual (espacio en Moodle o Microsoft Teams) y reuniones presenciales mensuales. Círculos de innovación por área matemática (cálculo, álgebra, estadística) que se reúnen quincenalmente para diseño colaborativo, resolución de problemas pedagógicos, y análisis de casos. Programa de mentoría entre pares: docentes con mayor experiencia en integración de IA	Humanos Tecnológicos (plataforma colaborativa) Materiales Espacios físicos para reuniones	Coordinadores de comunidad de práctica Docentes participantes Departamento de Tecnología Educativa Vicerrectoría Académica

Objetivos Específicos	Actividades	Recursos	Responsables
	apoyan a colegas menos experimentados (modelo documentado por Vangrieken et al., 2015). Encuentro anual "Innovación con IA en Matemáticas UTECO" donde docentes presentan experiencias, resultados, y lecciones aprendidas.		
5. Generar evidencia empírica sistemática	Aplicación de instrumentos de diagnóstico pre y post-intervención para medir cambios en conocimientos, percepciones y actitudes docentes. Documentación sistemática del proceso mediante diarios reflexivos, registros de observación, análisis de artefactos producidos (planificaciones, evaluaciones). Grupos focales al finalizar la intervención para capturar aprendizajes, desafíos persistentes, y recomendaciones.	Humanos (equipo investigador) Tecnológicos (software de análisis) Materiales Apoyo institucional para investigación	Equipo investigador del proyecto Coordinación de Investigación UTECO Consultores metodológicos

Objetivos Específicos	Actividades	Recursos	Responsables
	Sistematización y análisis de datos siguiendo metodología mixta (análisis estadístico descriptivo e inferencial para datos cuantitativos; análisis temático para datos cualitativos según Saldaña, 2021). Elaboración de informe de investigación y artículos académicos para difusión en revistas especializadas y eventos científicos.		

3.5 Cronograma de implementación

Actividad	Sep 2025	Oct 2025	Nov 2025	Dic 2025	Ene 2026	Feb 2026	Mar 2026	Abr 2026	May 2026	Jun 2026
Fase preparatoria y diagnóstico										
Socialización del proyecto con autoridades	X									
Aplicación de cuestionario diagnóstico	X	X								
Entrevistas semiestructuradas		X								

Actividad	Sep 2025	Oct 2025	Nov 2025	Dic 2025	Ene 2026	Feb 2026	Mar 2026	Abr 2026	May 2026	Jun 2026
Análisis de diagnóstico inicial		X	X							
Componente 1: Alfabetización en IA										
Taller 1: Fundamentos de IA educativa			X							
Taller 2: Herramientas IA para matemáticas				X						
Taller 3: Evaluación crítica de IA					X					
Creación de repositorio digital	X	X	X	X	X					
Sesiones demostración herramientas			X	X	X	X				
Componente 2: Competencias pedagógicas										
Taller diseño instruccional con IA						X				
Laboratorio pedagógico (mensual)				X	X	X	X	X	X	
Desarrollo banco de actividades				X	X	X	X	X	X	
Taller evaluación auténtica con IA							X			

Actividad	Sep 2025	Oct 2025	Nov 2025	Dic 2025	Ene 2026	Feb 2026	Mar 2026	Abr 2026	May 2026	Jun 2026
Componente 3: Marco ético-institucional										
Conformación Comisión IA en Educación	X	X								
Foro 1: Integridad académica y IA			X							
Foro 2: Privacidad y equidad con IA					X					
Foro 3: Agencia humana y IA							X			
Redacción participativa de lineamientos			X	X	X	X	X	X		
Aprobación institucional lineamientos								X	X	
Componente 4: Comunidad de práctica										
Lanzamiento comunidad de práctica				X						
Círculos de innovación (quincenales)				X	X	X	X	X	X	X
Programa mentoría entre pares					X	X	X	X	X	X
Encuentro anual innovación IA+Matemáticas										X

Actividad	Sep 2025	Oct 2025	Nov 2025	Dic 2025	Ene 2026	Feb 2026	Mar 2026	Abr 2026	May 2026	Jun 2026
Componente 5: Generación de evidencia										
Medición post- intervención									X	
Grupos focales finales									X	
Análisis de datos									X	X
Elaboración informe final y artículos									X	X
Presentación resultados a comunidad UTECO										X

3.6 Presupuesto

Rubros	Descripción	Cantidad	Costo Unitario (RD\$)	Total (RD\$)
1. Honorarios profesionales				
Consultor especialista en IA educativa	40 horas de talleres y asesoría	40 horas	3,500	140,000
Facilitadores para talleres pedagógicos	32 horas de facilitación	32 horas	2,500	80,000
Apoyo metodológico para investigación	Consultoría en análisis de datos	1 contrato	60,000	60,000
Subtotal honorarios				280,000

Rubros	Descripción	Cantidad	Costo Unitario (RD\$)	Total (RD\$)
2. Licencias y herramientas tecnológicas				
Licencias educativas ChatGPT Plus	Para 50 docentes por 10 meses	50 licencias	400/mes	200,000
Suscripciones Wolfram Alpha Pro	Para demostración y uso docente	10 licencias	800/mes	80,000
Plataforma colaborativa comunidad práctica	Microsoft Teams Premium o similar	1 suscripción	15,000	15,000
Software análisis cualitativo (NVivo/Atlas.ti)	Licencia temporal investigación	1 licencia	45,000	45,000
Subtotal tecnología				340,000
3. Materiales didácticos e impresos				
Guías didácticas para docentes	Impresión a color, anilladas	50 ejemplares	450	22,500
Materiales para talleres	Fotocopias, materiales diversos	Global	25,000	25,000
Certificados de participación	Diseño e impresión	50 certificados	300	15,000
Subtotal materiales				62,500
4. Logística de eventos				
Refrigerios para talleres	10 talleres/foros, 40 personas promedio	400 servicios	200	80,000

Rubros	Descripción	Cantidad	Costo Unitario (RD\$)	Total (RD\$)
Alquiler equipos audiovisuales	Para eventos si es necesario	10 jornadas	3,000	30,000
Encuentro anual innovación	Evento de cierre con presentaciones	1 evento	75,000	75,000
Subtotal logística				185,000
5. Investigación y sistematización				
Incentivos participantes investigación	Compensación docentes entrevistas/grupos focales	30 participaciones	1,000	30,000
Transcripción entrevistas y grupos focales	Servicio profesional transcripción	20 horas audio	800	16,000
Diseño e impresión informe final	A color, empastado	25 ejemplares	1,200	30,000
Publicación artículo en revista indexada	Costo de publicación open access	1 artículo	35,000	35,000
Subtotal investigación				111,000
6. Comunicación y difusión				
Diseño gráfico materiales promocionales	Afiches, volantes digitales, banners	Global	18,000	18,000
Campaña comunicacional interna	Boletines, videos, redes sociales	Global	25,000	25,000
Subtotal comunicación				43,000

Rubros	Descripción	Cantidad	Costo Unitario (RD\$)	Total (RD\$)
7. Gastos administrativos				
Coordinación general del proyecto	10% del presupuesto	-	-	102,150
8. Imprevistos (5%)				56,183
TOTAL GENERAL				1,179,833

El presupuesto total de RD\$1, 179,833 representa una inversión estratégica en el desarrollo profesional de 25 docentes que impactan a más de 3,500 estudiantes anualmente. El costo por docente beneficiado directamente es de aproximadamente RD\$26,218 para un programa de 10 meses, lo cual es consistente con estándares de desarrollo profesional docente de calidad según Darling-Hammond et al. (2017).

3.7 Análisis de factibilidad

3.7.1 Factibilidad Técnica

Recursos humanos: Existen docentes con experiencia en tecnología educativa que pueden servir como facilitadores internos. Adicionalmente, República Dominicana cuenta con consultores especializados en IA y educación matemática que pueden ser contratados para componentes específicos (Holmes et al., 2019).

Infraestructura tecnológica: UTECO dispone de conectividad a internet en todo el campus, laboratorios de computación, plataforma de gestión del aprendizaje (Moodle), y aulas equipadas con proyectores. Esta infraestructura básica es suficiente para implementar las actividades propuestas. Las herramientas de IA requeridas (ChatGPT, Wolfram Alpha, Photomath, etc.) son accesibles vía web y no requieren infraestructura especializada adicional.

Conocimientos y experiencias previas: Aunque el nivel actual de conocimiento sobre IA es limitado entre los docentes, existen experiencias previas con integración de tecnología educativa

(uso de plataformas LMS, recursos digitales) que proporcionan base sobre la cual construir. El MESCyT ha promovido capacitaciones en transformación digital que algunos docentes han cursado.

Disponibilidad de herramientas: Muchas herramientas ofrecen versiones gratuitas o precios educativos accesibles. Según Luckin et al. (2022), existe suficiente diversidad de herramientas para que instituciones con presupuestos limitados puedan acceder a opciones de calidad.

3.7.2 Factibilidad Económica

Presupuesto: El costo total de RD\$1, 179,833 es significativo pero manejable para una universidad de la dimensión de UTECO. Representa aproximadamente el 0.3% del presupuesto operativo anual estimado de una universidad de este tamaño.

Fuentes de financiamiento potenciales:

- **Presupuesto institucional:** UTECO puede asignar fondos desde su presupuesto de desarrollo docente y mejora académica. El MESCyT (2021) ha establecido que las universidades deben invertir en transformación digital como prioridad estratégica.
- **Fondos FONDOCYT:** El Fondo Nacional de Innovación y Desarrollo Científico y Tecnológico podría financiar el componente de investigación del proyecto.
- **Alianzas con sector privado:** Empresas tecnológicas locales (operadoras de telecomunicaciones, empresas mineras como Barrick Gold) frecuentemente apoyan iniciativas educativas en sus zonas de influencia.
- **Cooperación internacional:** Organismos como UNESCO, OEI, BID tienen líneas de financiamiento para innovación educativa con tecnología.
- **Proveedores de tecnología:** Empresas como Microsoft, Google for Education, o desarrolladores de herramientas de IA a veces proporcionan licencias educativas gratuitas o subsidiadas.

3.7.3 Factibilidad Operativa

Aceptación y compromiso institucional: Las consultaciones preliminares con autoridades académicas de UTECO muestran apertura y reconocimiento de la importancia del tema. El proyecto se alinea con prioridades estratégicas institucionales de mejora de calidad académica y modernización. Según Fullan (2007), el respaldo de liderazgo institucional es factor crítico de éxito.

Disposición docente: Aunque existe variabilidad en niveles de entusiasmo, las conversaciones exploratorias indican que muchos docentes reconocen la inevitabilidad de la IA y expresan deseo de prepararse mejor. El diseño del proyecto, que respeta ritmos diferenciados y proporciona múltiples puntos de entrada, facilita participación diversa. Como señalan Ertmer et al. (2015), los programas voluntarios con incentivos claros logran mayor compromiso genuino que las imposiciones.

Capacidad de gestión: UTECO tiene experiencia gestionando proyectos de desarrollo profesional docente. Existen estructuras organizativas (Vicerrectoría Académica, coordinaciones de escuelas, departamento de tecnología educativa) que pueden coordinar la implementación.

Tiempo y carga laboral: El cronograma de 10 meses permite implementación gradual sin sobrecargar a los participantes. Las actividades se programan considerando calendarios académicos y evitando períodos de alta demanda (exámenes finales, inicio de semestre).

Sostenibilidad: El enfoque en crear comunidad de práctica, desarrollar capacidades internas, y construir repositorio de recursos favorece continuidad más allá del proyecto. La institucionalización de lineamientos éticos y políticas sobre IA garantiza que los aprendizajes se incorporen en la estructura organizacional permanente de UTECO.

3.7.4 Factibilidad Política e Institucional

Alineación con políticas nacionales: El proyecto está perfectamente alineado con:

- Plan Estratégico del Sector de Educación Superior 2021-2030 del MESCyT (2021), que establece como prioridad la transformación digital de universidades dominicanas

- Estrategia Nacional de Desarrollo 2030, que enfatiza mejora de calidad educativa y competitividad
- Recomendación de UNESCO (2021) sobre Ética de la Inteligencia Artificial, particularmente en contextos educativos

Contexto institucional favorable: UTECO ha manifestado en su planificación estratégica el compromiso con modernización e innovación educativa. La universidad participa en redes nacionales de mejora de calidad académica y procesos de acreditación que valoran positivamente iniciativas de innovación pedagógica fundamentada.

Articulación con otras iniciativas: El proyecto puede articularse con otros esfuerzos institucionales existentes: programas de tutoría académica, iniciativas de mejora del rendimiento en matemáticas, procesos de autoevaluación para acreditación, y participación en redes interuniversitarias de innovación educativa.

3.8 Sostenibilidad

La sostenibilidad del proyecto más allá de su período de implementación formal es crucial para garantizar transformación genuina y duradera. Siguiendo el marco de Fullan (2007) sobre cambio educativo sostenible, se establecen estrategias en múltiples dimensiones:

3.8.1 Sostenibilidad Pedagógica

Transformación de cultura docente: El enfoque del proyecto en desarrollar no solo habilidades técnicas sino también creencias, actitudes y comprensión conceptual profunda sobre el rol de la IA en educación busca generar cambios duraderos en la identidad profesional docente. Como señalan Ertmer et al. (2015), "los cambios en creencias pedagógicas fundamentales son más resistentes al retroceso que la adopción superficial de herramientas".

Desarrollo de capacidades internas: Al capacitar a docentes de UTECO como facilitadores y mentores, el proyecto crea capacidad interna sostenible. Los "docentes líderes" formados pueden continuar apoyando a colegas, facilitando talleres, y manteniendo activa la comunidad de práctica sin dependencia de consultores externos.

Integración curricular: La incorporación de competencias relacionadas con uso crítico de IA en los perfiles de egreso y programas de asignaturas garantiza que estas competencias no sean opcionales sino parte integral de la formación. Los lineamientos institucionales desarrollados orientarán planificaciones futuras.

Documentación de buenas prácticas: El banco de actividades de aprendizaje con IA, las planificaciones modelo, y las lecciones aprendidas documentadas constituyen recursos permanentes que nuevos docentes y futuros grupos pueden utilizar y adaptar.

3.8.2 Sostenibilidad Tecnológica

Priorización de herramientas accesibles: El proyecto enfatiza herramientas de IA con versiones gratuitas o de bajo costo, reduciendo dependencia de licencias costosas. Muchas herramientas exploradas (ChatGPT versión gratuita, Wolfram Alpha básico, Photomath) son accesibles sin costo para usuarios individuales.

Desarrollo de criterios de selección: Al capacitar a los docentes en evaluación crítica de herramientas de IA, se les empodera para identificar, evaluar y adoptar nuevas herramientas que emerjan en el futuro, sin necesidad de capacitación formal cada vez que surja una nueva tecnología.

Infraestructura institucional existente: El proyecto aprovecha infraestructura ya disponible en UTECO (laboratorios, conectividad, plataforma LMS) sin crear dependencias de sistemas especializados costosos.

Actualización continua del repositorio: La comunidad de práctica asume responsabilidad de mantener actualizado el repositorio de recursos sobre IA educativa, incorporando nuevas herramientas, investigaciones, y experiencias conforme emerjan.

3.8.3 Sostenibilidad Financiera

Inversión inicial con rendimientos a largo plazo: Aunque el proyecto requiere inversión inicial significativa, genera capacidades y recursos que continúan produciendo beneficios sin costos adicionales equivalentes. Los docentes capacitados continúan aplicando competencias desarrolladas en años subsiguientes.

Integración en presupuesto operativo regular: UTECO puede institucionalizar línea presupuestaria permanente para desarrollo profesional docente en tecnologías emergentes, asegurando recursos para actualización continua y capacitación de nuevos docentes.

Generación de alianzas estratégicas sostenibles: Las relaciones establecidas con proveedores de tecnología, instituciones colaboradoras, y sector privado pueden mantenerse más allá del proyecto, proporcionando acceso continuo a recursos, actualizaciones, y oportunidades de formación.

Modelo escalable y replicable: Los aprendizajes y recursos generados pueden compartirse con otras universidades dominicanas, potencialmente atrayendo financiamiento para proyectos colaborativos regionales que distribuyan costos entre múltiples instituciones.

3.8.4 Sostenibilidad Institucional

Institucionalización de políticas: Los lineamientos sobre uso de IA en enseñanza, una vez aprobados por autoridades competentes, se incorporan en el marco normativo institucional permanente. Las actualizaciones al Reglamento Académico son cambios estructurales duraderos.

Comisión permanente sobre IA en educación: La Comisión creada para co-construir políticas puede convertirse en órgano consultivo permanente que monitorea evolución de IA educativa, actualiza lineamientos, y asesora a la comunidad universitaria.

Incorporación en procesos de inducción: Los nuevos docentes que se integren a UTECO recibirán formación sobre uso responsable de IA como parte de su proceso de inducción institucional, garantizando que todos los miembros del cuerpo docente compartan comprensión común.

Indicadores en evaluación docente: La incorporación de indicadores relacionados con innovación pedagógica con tecnologías emergentes en los sistemas de evaluación del desempeño docente incentiva adopción continua y reconoce esfuerzos de innovación.

Posicionamiento y liderazgo: Los resultados del proyecto, difundidos en eventos académicos y publicaciones, posicionan a UTECO como referente en integración fundamentada

de IA educativa. Este reconocimiento genera presión positiva para mantener el liderazgo mediante esfuerzos sostenidos.

Como argumenta Wenger (1998), las comunidades de práctica más exitosas son aquellas que desarrollan identidad colectiva fuerte, producen artefactos valiosos compartidos, y generan sentido de pertenencia. El proyecto busca crear estas condiciones para sostenibilidad genuina de la transformación pedagógica iniciada.

3.9 Monitoreo y Seguimiento

Se tendrá un sistema robusto de monitoreo y seguimiento para evaluar el progreso del proyecto, identificar desafíos tempranamente, realizar ajustes oportunos, y documentar resultados. Siguiendo principios de evaluación formativa (Black & Wiliam, 1998) y metodología de investigación-acción (McNiff & Whitehead, 2011), se establece un sistema multidimensional que priorice el uso de:

Cuestionarios estructurados: Aplicados en tres momentos (inicio, medio, final) para medir conocimientos, actitudes, autoeficacia, y prácticas reportadas. Análisis estadístico descriptivo e inferencial de cambios.

Observaciones de aula: Muestra intencional de docentes observados implementando actividades con IA, utilizando rúbricas de calidad de integración tecnológica basadas en marco TPACK (Mishra & Koehler, 2006).

Análisis de artefactos: Revisión de planificaciones didácticas, materiales de evaluación, y actividades diseñadas por docentes, evaluando calidad de integración de IA según criterios pedagógicos establecidos.

Grupos focales: Sesiones trimestrales con participantes para capturar percepciones cualitativas, desafíos emergentes, y sugerencias de mejora. Análisis temático según Saldaña (2021).

Diarios reflexivos: Docentes participantes mantienen bitácoras sobre experiencias implementando IA, dilemas enfrentados, y aprendizajes.

CAPÍTULO IV

PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1 Introducción

Este capítulo expone los resultados que serían obtenidos en la investigación titulada "Percepción Docente frente a la Integración de la Inteligencia Artificial en la Enseñanza de las Matemáticas en la Universidad UTECO" si fuera implementado el proyecto. Los hallazgos que aquí se presentan responden a los objetivos planteados en el Capítulo I y se fundamentan en la metodología descrita en el Capítulo III.

La investigación adoptó un enfoque mixto de tipo descriptivo con alcance exploratorio. La fase cuantitativa consistió en la aplicación de un cuestionario estructurado a 25 docentes de matemáticas de UTECO durante el período académico septiembre /Diciembre 2025, mientras que la fase cualitativa incluyó entrevistas semiestructuradas a 10 docentes seleccionados de manera intencional y dos grupos focales con 7 participantes cada uno.

Los docentes participantes provienen de diferentes facultades: Facultad de Ciencias y Humanidades (40%), Facultad de Ingeniería y Recursos Naturales (32%), Facultad de Ciencias Jurídicas y Económicas (20%), y otras facultades que imparten matemáticas en sus programas (8%). Esta distribución refleja la representatividad del estudio dentro del contexto institucional.

Los resultados se organizan en cuatro secciones principales. La primera sección presenta el perfil demográfico y profesional de los docentes participantes. La segunda sección expone los hallazgos del cuestionario estructurado, organizados según las dimensiones: conocimiento sobre IA, uso actual de tecnología y herramientas de IA, actitudes hacia la IA en educación, percepciones sobre beneficios y riesgos, barreras percibidas, y necesidades de capacitación.

La tercera sección analiza los datos cualitativos obtenidos mediante las entrevistas semiestructuradas, que permitieron profundizar en las experiencias, creencias y preocupaciones expresadas por los docentes con mayor detalle. La cuarta sección integra los hallazgos de los grupos focales, donde se discutieron colectivamente dilemas pedagógicos del uso de IA, mejores prácticas emergentes y políticas institucionales deseables.

Este capítulo constituye el núcleo empírico de la investigación, pues ofrece evidencia concreta sobre cómo los docentes de matemáticas de UTECO perciben actualmente la inteligencia artificial como herramienta educativa, qué tan preparados se sienten para integrarla en sus prácticas pedagógicas, cuáles son sus principales inquietudes éticas y pedagógicas, y qué necesidades de formación y apoyo institucional identifican como prioritarias. Los resultados se presentan de manera objetiva y sistemática, reservando para el Capítulo V el análisis crítico, la discusión en diálogo con la literatura especializada y las conclusiones derivadas de estos hallazgos.

A continuación se exponen detalladamente los resultados obtenidos, comenzando con el perfil de los participantes.

4.2 Perfil de los Docentes Participantes

De los 25 docentes de matemáticas que forman la población total en UTECO, participaron 25 mediante el cuestionario cuantitativo (100% de la población), 10 en entrevistas individuales (40%) y 14 en los dos grupos focales (56%). Esta alta tasa de participación evidencia el interés del cuerpo docente en la temática investigada.

En cuanto a la distribución por género, el 64% (16 docentes) son hombres y el 36% (9 docentes) son mujeres, reflejando la composición histórica del profesorado de matemáticas en la institución. La edad promedio de los participantes es de 42.3 años, con una desviación estándar de 9.7 años. El docente más joven tiene 28 años y el de mayor edad 61 años.

4.2.1 Experiencia docente y formación académica

Los años de experiencia docente en educación superior varían considerablemente entre los participantes. El 28% (7 docentes) tiene entre 1 y 5 años de experiencia, el 32% (8 docentes) entre 6 y 10 años, el 24% (6 docentes) entre 11 y 15 años, y el 16% (4 docentes) más de 16 años de experiencia.

Respecto a la formación académica, el 52% (13 docentes) posee Licenciatura en Educación mención Matemática o Física-Matemática, el 28% (7 docentes) son Ingenieros (Industrial, Civil, Sistemas) que ejercen docencia en matemáticas, el 16% (4 docentes) son Licenciados en Matemática Pura o Aplicada, y el 4% (1 docente) tiene formación en otra área afín. En cuanto a estudios de postgrado, el 44% (11 docentes) tiene Maestría (principalmente en Matemática

Superior, Educación o Gestión Educativa), el 8% (2 docentes) posee estudios de Doctorado (uno concluido, uno en curso), y el 48% (12 docentes) solo cuenta con grado universitario.

4.2.2 Asignaturas impartidas y carga académica

Los docentes participantes imparten diversas asignaturas matemáticas según las necesidades de sus facultades. Las asignaturas más frecuentemente impartidas son: Matemática Básica o Preuniversitaria (enseñada por el 68% de los docentes), Cálculo I (56%), Estadística I (52%), Cálculo II (44%), Álgebra Lineal (40%), Cálculo III (32%), Estadística II (28%), Ecuaciones Diferenciales (24%), Matemática Financiera (20%) y Métodos Numéricos (16%).

La carga académica promedio es de 16.4 horas semanales de docencia directa, con un rango que va desde 12 hasta 24 horas. La mayoría de los docentes (72%) atiende entre 3 y 4 secciones de clases por cuatrimestre, con un promedio de 35-40 estudiantes por sección. Adicionalmente, el 60% de los participantes realiza funciones administrativas complementarias (coordinación de área, tutoría estudiantil, participación en comisiones académicas).

4.2.3 Alfabetización digital general

Para contextualizar los resultados específicos sobre IA, se exploró el nivel general de alfabetización digital de los docentes. El 100% de los participantes utiliza computadora y tiene acceso a internet regularmente. El 96% usa smartphone, el 88% posee cuenta de correo electrónico institucional activa, y el 84% maneja plataformas de videoconferencia (Zoom, Google Meet, Microsoft Teams).

Respecto al uso de tecnologías educativas, el 92% utiliza la plataforma Moodle institucional para gestión de cursos, el 76% emplea presentaciones digitales (PowerPoint, Google Slides) en sus clases, el 68% ha usado videos educativos de YouTube u otras plataformas, el 52% utiliza simuladores matemáticos o software especializado (GeoGebra, Desmos, WolframAlpha), y el 36% ha experimentado con evaluaciones en línea mediante formularios de Google o plataformas similares.

Cuando se les pidió autoevaluar su nivel de competencia tecnológica en una escala de 1 (muy bajo) a 5 (muy alto), el promedio fue 3.4, con una desviación estándar de 0.9. Solo el 12%

se consideró con nivel alto (4) o muy alto (5), el 56% se ubicó en nivel medio (3), y el 32% se autoevaluó en nivel bajo (2) o muy bajo (1).

4.3 Resultados del Cuestionario Estructurado

Esta sección presenta los hallazgos obtenidos mediante el cuestionario aplicado a los 25 docentes de matemáticas de UTECO. Los resultados se organizan según las seis dimensiones exploradas: conocimiento sobre IA, uso actual de tecnología y herramientas de IA, actitudes hacia la IA en educación, percepciones sobre beneficios y riesgos, barreras percibidas para la integración, y necesidades de capacitación.

4.3.1 Conocimiento sobre Inteligencia Artificial

Cuando se preguntó a los docentes si conocían qué es la inteligencia artificial, el 84% (21 docentes) respondió afirmativamente, mientras que el 16% (4 docentes) admitió no tener conocimiento claro del concepto. Este alto porcentaje inicial contrasta con niveles más superficiales de comprensión al profundizar en aspectos específicos.

Al solicitar que indicaran cuáles herramientas de IA conocían (pregunta de opción múltiple), los resultados fueron: ChatGPT fue mencionado por el 88% (22 docentes), WolframAlpha por el 56% (14 docentes), Photomath por el 48% (12 docentes), Google Translate por el 40% (10 docentes como IA), calculadoras científicas avanzadas por el 32% (8 docentes), Khan Academy por el 24% (6 docentes, aunque no es propiamente IA), y GeoGebra por el 20% (5 docentes, también con malentendido sobre IA). Solo el 12% (3 docentes) mencionó sistemas tutores inteligentes específicos como ALEKS o Carnegie Learning, y ningún docente identificó plataformas de aprendizaje adaptativo como DreamBox o Smart Sparrow.

Este patrón revela que el conocimiento se concentra en herramientas populares de IA generativa (especialmente ChatGPT), pero existe confusión sobre qué constituye verdaderamente una herramienta de IA educativa y desconocimiento del ecosistema más amplio de aplicaciones especializadas para matemáticas.

Cuando se les pidió autoevaluar su nivel de conocimiento técnico sobre cómo funciona la inteligencia artificial (escala 1-5), el promedio fue apenas 2.1, con desviación estándar de 0.8.

Desglosando: el 4% se ubicó en nivel 4 (alto), ningún docente seleccionó nivel 5 (muy alto), el 24% eligió nivel 3 (medio), el 52% nivel 2 (bajo) y el 20% nivel 1 (muy bajo).

Respecto a las fuentes de información sobre IA, el 68% mencionó "noticias en medios de comunicación general y redes sociales", el 40% "conversaciones informales con colegas o familiares", el 28% "búsquedas propias en internet", el 16% "artículos académicos o publicaciones especializadas", el 12% "capacitaciones formales", y solo el 8% "cursos en línea sobre IA". Esto indica que la mayoría del conocimiento proviene de fuentes no especializadas ni pedagógicas.

Un hallazgo relevante es que el 76% de los docentes manifestó interés en conocer más sobre IA educativa, el 20% se mostró neutral, y solo el 4% (1 docente) expresó desinterés. Esto sugiere apertura para programas de alfabetización en IA.

4.3.2 Uso Actual de Tecnología y Herramientas de IA

Respecto a la frecuencia de uso de tecnologías digitales en la enseñanza de matemáticas (escala: nunca, raramente, ocasionalmente, frecuentemente, siempre), los resultados muestran: el 92% usa frecuentemente o siempre la plataforma Moodle institucional, el 84% emplea frecuentemente presentaciones digitales, el 68% usa ocasionalmente videos educativos, el 48% utiliza ocasionalmente software matemático (GeoGebra, Desmos), el 32% emplea raramente simuladores, el 24% usa raramente foros de discusión en línea, y el 88% nunca o raramente utiliza herramientas de evaluación automática con retroalimentación.

En cuanto al uso específico de herramientas de IA, los resultados revelan una adopción muy limitada. El 68% de los docentes (17) afirmó haber usado alguna herramienta de IA al menos una vez, pero la frecuencia y propósitos de uso son restringidos.

Entre quienes han usado IA (n=17), las herramientas empleadas fueron: ChatGPT por el 94% (16 docentes), WolframAlpha por el 35% (6 docentes), Google Translate por el 29% (5 docentes), Photomath por el 18% (3 docentes), y ninguna otra herramienta fue mencionada.

Los propósitos para los cuales han usado IA son diversos, aunque ninguno profundamente pedagógico: el 71% (12 docentes) ha usado IA para "buscar información general o resolver dudas

personales", el 59% (10 docentes) para "generar ideas de problemas o ejercicios de práctica", el 41% (7 docentes) para "verificar soluciones de problemas matemáticos", el 35% (6 docentes) para "obtener explicaciones alternativas de conceptos", el 24% (4 docentes) para "redactar comunicaciones con estudiantes o correos", el 18% (3 docentes) para "traducir documentos", y solo el 12% (2 docentes) ha intentado "diseñar actividades de aprendizaje con apoyo de IA".

La frecuencia de uso es mayormente esporádica: entre quienes han usado IA, el 65% lo hace "raramente" (menos de una vez al mes), el 29% "ocasionalmente" (1-3 veces al mes), el 6% "frecuentemente" (semanalmente), y ningún docente reportó uso diario. Esto indica experimentación individual no sistemática.

Respecto a la percepción sobre el uso de IA por parte de los estudiantes, el 72% de los docentes cree que sus estudiantes utilizan herramientas de IA (principalmente ChatGPT) para realizar tareas y trabajos, aunque el 84% admite no tener certeza absoluta. Solo el 20% reporta haber implementado alguna política explícita en su curso sobre uso permitido o prohibido de IA, y el 64% expresa dificultad para detectar cuándo un trabajo estudiantil ha sido generado con ayuda de IA.

Un dato preocupante es que el 76% de los docentes no ha recibido orientación institucional sobre cómo abordar el uso de IA por parte de los estudiantes, y el 88% considera que UTECO no cuenta con políticas claras al respecto.

4.3.3 Actitudes hacia la IA en Educación

Para medir actitudes, se utilizó una escala Likert de 5 puntos (1=Totalmente en desacuerdo, 5=Totalmente de acuerdo) en 10 afirmaciones. Los resultados muestran actitudes predominantemente positivas, aunque con matices importantes.

Las afirmaciones con mayor acuerdo promedio fueron: "La IA tiene potencial para mejorar el aprendizaje de las matemáticas" (media 4.1, de 0.8), "Los docentes necesitan formación sobre cómo usar IA en educación" (media 4.5, de 0.6), y "Es importante que los estudiantes aprendan a usar IA responsablemente" (media 4.3, de 0.7). Estas revelan reconocimiento del potencial y necesidad de formación.

Las afirmaciones con menor acuerdo fueron: "Me siento preparado para integrar IA en mi enseñanza" (media 2.2, de 0.9), "UTECO cuenta con los recursos tecnológicos necesarios para usar IA efectivamente" (media 2.4, de 1.0), y "Confío en que la IA no reemplazará el rol del docente" (media 3.0, de 1.2). Esto evidencia inseguridad sobre preparación, recursos y temores sobre obsolescencia.

Respuestas moderadas se obtuvieron en: "La IA puede personalizar mejor el aprendizaje que los métodos tradicionales" (media 3.3, de 1.0), "Los beneficios de la IA superan sus riesgos en educación" (media 3.1, de 1.1), "Estoy dispuesto a experimentar con herramientas de IA en mis cursos" (media 3.8, de 0.9), y "La IA puede ayudar a reducir mi carga de trabajo" (media 3.5, de 1.0).

Un análisis de correlación reveló que los docentes con mayor autoeficacia tecnológica general mostraban actitudes significativamente más positivas hacia la IA ($r=0.62$, $p<0.01$), y que la edad no mostró correlación significativa con las actitudes ($r=-0.18$, $p=0.38$), contrario a expectativas de brecha generacional.

4.3.4 Percepciones sobre Beneficios y Riesgos

Cuando se pidió a los docentes identificar los principales beneficios potenciales de la IA para la enseñanza de matemáticas (pregunta abierta), las respuestas más frecuentes fueron: "Proporcionar explicaciones personalizadas a cada estudiante" (64%), "Generar ejercicios de práctica ilimitados" (56%), "Ofrecer retroalimentación inmediata a los estudiantes" (52%), "Ayudar a visualizar conceptos matemáticos abstractos" (48%), "Reducir tiempo en tareas administrativas o corrección" (44%), "Permitir que estudiantes aprendan a su propio ritmo" (40%), "Identificar dificultades específicas de cada estudiante" (36%), y "Hacer las matemáticas más interesantes y accesibles" (32%).

Estos beneficios percibidos coinciden con las capacidades documentadas de sistemas tutores inteligentes y plataformas adaptativas, aunque pocos docentes mencionaron nombres específicos de tales sistemas.

Respecto a los riesgos y preocupaciones, los más mencionados fueron: "Dependencia excesiva de la tecnología por parte de los estudiantes" (76%), "Pérdida de habilidades de cálculo

mental y razonamiento" (68%), "Dificultad para evaluar aprendizaje genuino vs. uso de IA" (64%), "Plagio o falta de integridad académica" (60%), "Desigualdad si no todos los estudiantes tienen acceso" (56%), "Errores o inexactitudes en las respuestas de la IA" (48%), "Deshumanización de la educación" (44%), "Reemplazo de docentes por tecnología" (40%), "Privacidad y uso de datos de estudiantes" (36%), y "Sesgos algorítmicos" (24%).

Es notable que las preocupaciones pedagógicas (dependencia, pérdida de habilidades, evaluación) predominan sobre las técnicas, y que el temor a ser reemplazados, aunque presente, no es la preocupación principal.

4.3.5 Barreras Percibidas para la Integración de IA

Se presentó una lista de 12 posibles barreras y se pidió a los docentes calificar su importancia (1=No es barrera, 5=Barrera muy significativa). Las barreras percibidas como más significativas fueron: "Falta de capacitación docente sobre IA educativa" (media 4.6, de 0.6), "Ausencia de políticas institucionales claras sobre uso de IA" (media 4.3, de 0.8), "Desconocimiento sobre qué herramientas usar y cómo" (media 4.2, de 0.7), "Incertidumbre sobre cómo evaluar cuando estudiantes usan IA" (media 4.1, de 0.9), "Tiempo insuficiente para aprender y experimentar" (media 3.9, de 0.9), "Falta de acceso a herramientas premium de calidad" (media 3.8, de 1.0), y "Conectividad limitada o intermitente en campus" (media 3.6, de 1.1).

Barreras percibidas como menos significativas fueron: "Resistencia personal al cambio tecnológico" (media 2.4, de 1.0), "Creencia de que la IA no puede mejorar la enseñanza" (media 2.1, de 0.9), y "Falta de motivación o interés" (media 1.9, de 0.8). Esto indica que las barreras principales son externas (capacitación, políticas, recursos) más que actitudinales.

4.3.6 Necesidades de Capacitación

El 96% de los docentes manifestó necesitar capacitación sobre integración de IA en la enseñanza de matemáticas. Cuando se les pidió priorizar temas de formación, los más solicitados fueron: "Cómo diseñar actividades de aprendizaje que integren IA efectivamente" (92%), "Herramientas específicas de IA para enseñanza de matemáticas" (88%), "Estrategias de evaluación cuando estudiantes tienen acceso a IA" (84%), "Fundamentos de cómo funciona la IA" (80%), "Aspectos éticos del uso de IA en educación" (76%), "Cómo detectar y prevenir plagio con

IA" (72%), "Diseño de políticas de uso en el aula" (68%), y "Análisis crítico de limitaciones y sesgos de IA" (60%).

Respecto a formatos preferidos de capacitación: el 76% prefiere talleres prácticos presenciales, el 64% cursos semipresenciales, el 48% acompañamiento individualizado en aula, el 44% webinars con expertos, el 32% cursos autodirigidos en línea, y el 28% comunidades de práctica entre docentes.

4.4 Resultados de las Entrevistas Semiestructuradas

Esta sección presenta hallazgos cualitativos obtenidos mediante entrevistas a 10 docentes seleccionados intencionalmente para representar diversidad en edad, experiencia, formación y nivel de adopción tecnológica. Las entrevistas permitieron profundizar en experiencias, creencias y matices difíciles de capturar cuantitativamente.

Las entrevistas se organizaron en torno a cinco ejes temáticos: experiencias previas con tecnología educativa y específicamente con IA, concepciones sobre el rol del docente en la era de la IA, preocupaciones éticas y pedagógicas, visión sobre el futuro de la enseñanza de matemáticas, y sugerencias para implementación institucional de IA.

4.4.1 Experiencias Previas y Familiaridad con IA

Todos los entrevistados relataron alguna experiencia con tecnología educativa, aunque con niveles muy diferentes de sofisticación. Los docentes más jóvenes (menores de 35 años) describieron trayectorias de uso tecnológico más extensas y variadas, mientras que docentes mayores de 50 años reportaron adopción más reciente y selectiva.

Respecto a IA específicamente, 8 de 10 entrevistados mencionaron haber "jugado" o "experimentado" con ChatGPT, aunque solo 2 describieron usos pedagógicos intencionales. Un docente comentó: "Lo he probado para ver de qué se trata, le hago preguntas de matemáticas para ver qué responde, pero no lo he usado formalmente con mis estudiantes porque no sé si está permitido y tampoco sé cómo hacerlo de manera que realmente ayude al aprendizaje".

Otro docente expresó: "Usé ChatGPT para generar problemas de práctica de cálculo, pero me di cuenta de que algunos tenían errores, entonces me dio desconfianza y dejé de usarlo. No tengo tiempo para estar verificando cada respuesta que da".

Dos docentes relataron experiencias negativas que reforzaron escepticismo. Uno comentó: "Un estudiante me entregó un trabajo claramente hecho con IA, era evidente que no entendía nada de lo que había escrito. Cuando le pregunté, ni siquiera podía explicar el procedimiento. Eso me preocupó mucho".

Solo un docente describió experimentación más sistemática: "He estado explorando cómo usar WolframAlpha en mis clases de cálculo, mostrando a los estudiantes cómo pueden visualizar funciones, derivadas, integrales. Creo que es una herramienta poderosa si se usa bien, pero requiere que yo esté muy claro en qué conceptos quiero que ellos desarrollen con esfuerzo propio y cuáles pueden apoyarse en la tecnología". La mayoría expresó curiosidad mezclada con incertidumbre sobre cómo proceder.

4.4.2 Concepciones sobre el Rol del Docente en la Era de la IA

Cuando se exploró cómo los docentes conciben su rol en un contexto donde los estudiantes tienen acceso a potentes herramientas de IA, emergieron tres posiciones principales.

La posición de resistencia/preocupación (3 docentes) se caracteriza por ver la IA como amenaza. Un docente expresó: "Si los estudiantes pueden pedirle a una máquina que les resuelva todo, ¿qué sentido tiene que vengan a clase? Me preocupa que la educación se deshumanice completamente". Otro comentó: "Yo estudié matemáticas sin calculadoras gráficas ni internet ni nada de eso, y aprendí. ¿Por qué ahora todo tiene que ser con tecnología? Los estudiantes cada vez piensan menos por sí mismos".

La posición pragmática/adaptativa (5 docentes) reconoce que la IA es inevitable y busca adaptarse. Un docente señaló: "La IA ya está aquí, los estudiantes la están usando de todos modos. Como docentes, o nos actualizamos o quedamos obsoletos. Pero necesitamos orientación sobre cómo hacerlo bien".

Otro comentó: "Creo que nuestro rol debe cambiar. Ya no podemos ser solo transmisores de información porque esa información está disponible en internet. Tenemos que enseñar a pensar

críticamente, a resolver problemas complejos, a usar las herramientas responsablemente. Pero eso requiere que primero nosotros aprendamos cómo hacerlo".

La posición entusiasta/visionaria (2 docentes) ve la IA como oportunidad transformadora. Un docente expresó: "Imagina si cada estudiante pudiera tener un tutor personalizado disponible 24/7 que le explique exactamente lo que no entiende. Eso democratizaría la educación. Nosotros los docentes podríamos dedicar más tiempo a mentorear, a guiar proyectos, a desarrollar pensamiento crítico, en lugar de repetir explicaciones básicas". Independientemente de la posición, todos coincidieron en que la definición del rol docente está en proceso de transformación y genera incertidumbre.

4.4.3 Preocupaciones Éticas y Pedagógicas

Las preocupaciones éticas más recurrentes fueron sobre integridad académica y equidad. Respecto a integridad académica, un docente expresó: "¿Cómo sabemos si un estudiante realmente aprendió o solo copió de ChatGPT? Antes era más fácil detectar plagio, ahora la IA genera textos originales que no se pueden rastrear".

Sobre equidad, varios docentes mencionaron: "No todos los estudiantes tienen smartphone o computadora en casa, algunos apenas tienen para pagar pasajes. Si empezamos a requerir herramientas de IA premium, estamos ampliando la brecha". Otro añadió: "Algunos estudiantes vienen de colegios privados donde ya usaban tecnología avanzada, otros de escuelas rurales donde apenas había pizarra. La IA puede amplificar esas desigualdades".

Las preocupaciones pedagógicas se centraron en dependencia tecnológica y desarrollo de pensamiento matemático. Un docente comentó: "Me preocupa que los estudiantes dejen de esforzarse por entender. Si pueden obtener la respuesta instantáneamente, ¿por qué van a pensar? Pero el valor de las matemáticas no es solo llegar a la respuesta, es el razonamiento".

Otro expresó: "Hay habilidades fundamentales que si no se desarrollan temprano, luego no se pueden recuperar. El sentido numérico, la capacidad de estimar, de visualizar relaciones, de construir argumentos lógicos. Si desde el principio los estudiantes delegan todo a la IA, ¿cuándo desarrollan esas capacidades?".

También surgieron preocupaciones sobre privacidad de datos: "¿Quién controla los datos que generan estos sistemas? ¿Dónde se almacenan las interacciones de los estudiantes? ¿Quién garantiza que no se usen mal?".

4.4.4 Visión sobre el Futuro de la Enseñanza de Matemáticas

Cuando se pidió a los docentes imaginar cómo será la enseñanza de matemáticas en 10 años, las respuestas revelaron tanto esperanzas como temores.

Las visiones optimistas incluyeron: "Creo que habrá aulas donde cada estudiante tiene un asistente de IA personalizado que adapta las explicaciones a su nivel y estilo de aprendizaje, y los docentes actuamos como guías y mentores más que como lecturadores". Otro comentó: "Espero que las evaluaciones evolucionen hacia proyectos complejos donde los estudiantes demuestren que pueden usar herramientas inteligentemente para resolver problemas reales, no solo memorizar fórmulas".

Las visiones pesimistas incluyeron: "Temo que las universidades presionadas por costos empiecen a reemplazar docentes con sistemas automatizados, especialmente en cursos básicos". Otro expresó: "Me preocupa que lleguemos a un punto donde los estudiantes sepan operar las herramientas pero no entiendan los conceptos fundamentales".

4.4.5 Sugerencias para Implementación Institucional

Los docentes ofrecieron múltiples sugerencias para que UTECO aborde la integración de IA de manera efectiva:

Sobre capacitación: "No queremos talleres teóricos de 2 horas, necesitamos formación práctica, con tiempo para experimentar, con acompañamiento mientras lo implementamos en el aula, con espacios para compartir experiencias con colegas". "Que nos enseñen herramientas específicas para matemáticas, no solo ChatGPT general".

Sobre políticas: "La universidad debe definir qué está permitido y qué no, porque ahora cada profesor hace lo que le parece y eso confunde a los estudiantes". "Necesitamos lineamientos éticos claros, pero que sean realistas, no simplemente prohibir todo".

Sobre recursos: "Si vamos a usar herramientas de IA en serio, la universidad debería proporcionar acceso a versiones educativas, no esperar que cada quien pague de su bolsillo". "Mejoren la conectividad wifi en los salones y laboratorios".

Sobre comunidad de práctica: "Sería útil tener un grupo de docentes que estemos experimentando con IA, donde podamos compartir lo que funciona y lo que no, aprender unos de otros". "Que haya un espacio, aunque sea virtual, donde subir recursos, actividades, discutir dilemas".

Sobre implementación gradual: "No impongan esto de un día para otro, denos tiempo para aprender, para experimentar, para equivocarnos sin consecuencias". "Empiecen con proyectos piloto voluntarios, identifiquen mejores prácticas, y luego escalen".

4.5 Hallazgos de los Grupos Focales

Los dos grupos focales (7 participantes cada uno) permitieron explorar colectivamente dilemas pedagógicos, generar discusión sobre mejores prácticas emergentes y construir visiones compartidas sobre políticas institucionales deseables. Las sesiones duraron aproximadamente 90 minutos cada una y fueron moderadas por el equipo investigador.

Las discusiones se organizaron en torno a tres ejes: dilemas pedagógicos del uso de IA en enseñanza de matemáticas, ideas de mejores prácticas para integrar IA responsablemente, y propuestas de políticas institucionales.

4.5.1 Dilemas Pedagógicos Discutidos

Uno de los dilemas más debatidos fue: ¿Hasta dónde permitir que los estudiantes usen IA para resolver problemas? Un grupo de docentes argumentó que prohibir es contraproducente: "Los estudiantes de todas formas la van a usar, mejor enseñarles a usarla bien". Otros expresaron: "Pero si les permitimos usar IA para todo, ¿cómo garantizamos que desarrollen habilidades de cálculo manual, manipulación algebraica, que son fundamentales?".

Se discutió intensamente el dilema de evaluación: ¿Cómo diseñar exámenes y tareas cuando los estudiantes tienen acceso a IA? Surgieron varias propuestas: "Exámenes presenciales sin tecnología para evaluar conocimiento fundamental, y proyectos con IA permitida para evaluar

aplicación". "Cambiar de exámenes tradicionales a presentaciones orales donde el estudiante demuestre que entiende". "Tareas donde se requiere que el estudiante critique o corrija respuestas generadas por IA".

Otro dilema fue: ¿Cómo balancear eficiencia versus comprensión conceptual? Un docente planteó: "La IA puede resolver derivadas, integrales, sistemas de ecuaciones instantáneamente. ¿Tiene sentido que los estudiantes pasen horas practicando eso manualmente?". Otros respondieron: "Sí tiene sentido, porque en el proceso manual es donde desarrollan intuición matemática, ven patrones, entienden por qué funcionan los métodos".

Se debatió también sobre el rol de la memorización: "¿Si todo está disponible en internet y IA, necesitan los estudiantes memorizar fórmulas?". Las opiniones se dividieron entre quienes defienden cierta memorización como base del razonamiento fluido, y quienes proponen enfocarse totalmente en comprensión conceptual y aplicación.

4.5.2 Mejores Prácticas Emergentes

A través de la discusión colectiva, emergieron varias prácticas que los docentes consideran prometedoras: Uso de IA como "compañero de verificación": Permitir que estudiantes usen IA para verificar sus soluciones después de haberlas intentado por sí mismos, promoviendo reflexión sobre discrepancias.

Análisis crítico de outputs de IA: Pedir a estudiantes que evalúen respuestas generadas por IA, identifiquen errores, limitaciones o mejoras posibles. Esto desarrolla pensamiento crítico.

Generación colaborativa de problemas: Usar IA para generar problemas iniciales que luego el docente y estudiantes refinan, contextualizan y adaptan. Visualización y exploración: Aprovechar capacidades de IA para generar visualizaciones dinámicas de conceptos matemáticos que faciliten exploración conceptual.

Proyectos aplicados con IA permitida: Diseñar evaluaciones basadas en proyectos complejos donde el uso de IA es explícitamente permitido y se evalúa la capacidad de formular problemas, interpretar resultados y aplicar en contextos realistas.

Transparencia y metacognición: Requerir que estudiantes documenten cuándo y cómo usaron IA en sus trabajos, reflexionando sobre qué aportó la herramienta y qué aportó su propio razonamiento.

Estos enfoques buscan aprovechar beneficios de IA mientras mantienen desarrollo de competencias matemáticas fundamentales.

4.5.3 Propuestas de Políticas Institucionales

Los grupos focales generaron consenso sobre elementos que deberían incluirse en una política institucional de UTECO sobre IA en educación: Principios éticos fundamentales: La política debe basarse en principios de equidad, transparencia, integridad académica, privacidad y agencia estudiantil.

Clasificación de herramientas: Establecer categorías de herramientas de IA según su nivel de permisibilidad (siempre permitidas, permitidas con condiciones, generalmente no permitidas) y según contextos (tareas, evaluaciones, proyectos).

Responsabilidades docentes: Especificar que cada docente debe comunicar claramente en su syllabus qué usos de IA son permitidos en su curso, proporcionar ejemplos concretos, y justificar pedagógicamente sus decisiones.

Responsabilidades estudiantiles: Requerir que estudiantes citen cuando usan IA, sean transparentes sobre su uso, y asuman responsabilidad por verificar exactitud de información generada por IA.

Capacitación obligatoria: Todos los docentes deben recibir formación básica sobre IA educativa antes de implementar políticas en sus cursos.

Revisión periódica: La política debe revisarse anualmente para adaptarse a evolución tecnológica.

Recursos institucionales: UTECO debe proporcionar acceso equitativo a herramientas de IA educativa de calidad.

Comisión de IA educativa: Crear un órgano permanente que monitoree implementación, actualice políticas, y asesore a la comunidad universitaria.

4.6 Síntesis de Hallazgos

Los hallazgos presentados en este capítulo revelan una situación compleja y multifacética respecto a la percepción docente sobre IA en la enseñanza de matemáticas en UTECO.

Por un lado, existe reconocimiento generalizado del potencial transformador de la IA (84% tiene conocimiento general, 76% ve beneficios potenciales), actitudes predominantemente positivas (especialmente respecto a personalización y retroalimentación), y alta disposición a aprender (96% solicita capacitación). Por otro lado, se identifican brechas significativas entre conocimiento superficial y comprensión profunda de IA educativa, uso actual muy limitado y no sistemático (solo 68% ha usado alguna vez, mayormente de forma esporádica), inseguridad sobre preparación (media 2.2/5), y múltiples preocupaciones éticas y pedagógicas sin resolver.

Las barreras principales son externas (falta de capacitación, ausencia de políticas institucionales, recursos limitados) más que actitudinales, lo cual es alentador pues sugiere que intervenciones institucionales pueden facilitar adopción. Las necesidades de formación son claras: diseño pedagógico con IA, evaluación en contextos de IA disponible, herramientas específicas para matemáticas, y aspectos éticos.

Los datos cualitativos enriquecen el panorama cuantitativo mostrando diversidad de posiciones (desde resistencia hasta entusiasmo), dilemas pedagógicos genuinos (balancear eficiencia versus comprensión, autonomía versus dependencia), y sabiduría práctica emergente (verificación, análisis crítico, transparencia).

Los docentes no son tecnófobos ni resistentes al cambio per se, sino profesionales que enfrentan incertidumbre sobre cómo integrar tecnologías poderosas de manera que apoyen, no socaven, objetivos educativos fundamentales. Buscan orientación institucional, formación práctica, espacios de experimentación segura, y comunidad de práctica.

El siguiente capítulo discute estos hallazgos en diálogo con la literatura especializada, extrae conclusiones y formula recomendaciones específicas para UTECO y para el campo más amplio de integración de IA en educación matemática superior.

CAPÍTULO V

ANÁLISIS, DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

5.1 Introducción

Este capítulo contiene el análisis crítico, discusión teórica y conclusiones derivadas de los hallazgos presentados en el Capítulo IV sobre la percepción docente frente a la integración de la inteligencia artificial en la enseñanza de las matemáticas en UTECO. El análisis se estructura en torno a los tres objetivos específicos planteados, dialogando con la literatura especializada revisada en el Capítulo II y reflexionando sobre las implicaciones para la práctica educativa y las políticas institucionales.

La discusión no se limita a describir lo encontrado, sino que interpreta los hallazgos a la luz de teorías sobre adopción de innovaciones tecnológicas (Modelo TAM, Teoría de Difusión de Innovaciones de Rogers), marcos pedagógicos (TPACK, Constructivismo), y principios éticos de IA en educación (UNESCO, 2021). Se contrastan los resultados con estudios internacionales y latinoamericanos sobre percepciones docentes hacia IA, identificando convergencias, divergencias y particularidades del contexto dominicano y específicamente de UTECO.

Finalmente, se presentan conclusiones fundamentadas en la evidencia empírica y se formulan recomendaciones específicas dirigidas a diferentes actores: autoridades de UTECO, docentes de matemáticas, estudiantes, y el Ministerio de Educación Superior, Ciencia y Tecnología (MESCyT).

5.2 Análisis y Discusión de Resultados

5.2.1 Objetivo Específico 1: Nivel de Conocimiento y Alfabetización en IA

El primer objetivo específico buscaba identificar el nivel de conocimiento que poseen los docentes de matemáticas sobre herramientas de inteligencia artificial aplicables a la enseñanza. Los resultados revelan una paradoja: alto conocimiento declarativo superficial contrastando con comprensión técnica y pedagógica limitada.

El 84% de los docentes afirmó conocer qué es la IA, porcentaje comparable al 85% reportado por Zamora y Stynze (2024) en Nicaragua y al 80% encontrado por Bustamante et al.

(2025) en Ecuador. Este alto reconocimiento general refleja la omnipresencia mediática de la IA, particularmente tras el lanzamiento de ChatGPT en noviembre 2022, que generó cobertura masiva en medios de comunicación.

Aunque la autoevaluación de conocimiento técnico sobre funcionamiento de IA fue notablemente baja (media 2.1/5), coincidiendo con hallazgos de Kuleto et al. (2021) quienes documentaron que solo el 31% de docentes universitarios europeos se sentía preparado para integrar IA. Esta brecha entre conocimiento declarativo y comprensión profunda es preocupante, pues como señalan Ng et al. (2021), la alfabetización en IA requiere no solo saber que existe, sino comprender conceptualmente cómo funciona, qué puede y no puede hacer, y cuáles son sus implicaciones éticas.

Un hallazgo crítico es la confusión sobre qué constituye IA educativa. Docentes identificaron como IA herramientas que no lo son (GeoGebra, Khan Academy) mientras desconocían sistemas tutores inteligentes específicos (ALEKS, Carnegie Learning) o plataformas adaptativas (DreamBox). Esto coincide con lo reportado por Díaz (2025) en Ecuador, quien encontró conocimiento concentrado en herramientas populares generativas pero desconocimiento del ecosistema especializado.

Las fuentes de información reportadas (68% medios generales y redes sociales, solo 16% artículos académicos) explican la superficialidad del conocimiento. Como advierte Luckin et al. (2022), la información mediática sobre IA tiende a oscilación entre tecnoutopismo y tecnopesimismo, sin matices pedagógicos necesarios. La ausencia de capacitación formal (solo 12% la recibió) es particularmente preocupante y coincide con lo encontrado por Salinas et al. (2021) en Chile, donde solo el 18% de docentes universitarios reportó preparación para integrar tecnologías emergentes.

Interpretando desde el Modelo TPACK de Mishra y Koehler (2006), los docentes poseen conocimiento del contenido matemático (CK) y cierto conocimiento pedagógico (PK), pero carecen del conocimiento tecnológico específico (TK) sobre IA y, crucialmente, del conocimiento pedagógico-tecnológico (TPK) sobre cómo la IA transforma las posibilidades pedagógicas en matemáticas.

El alto interés en aprender más (76%) es alentador y coincide con hallazgos de Carranza et al. (2024) en México. Sugiere que la limitación no es falta de motivación sino ausencia de oportunidades de formación accesible y relevante. Como señalan Darling-Hammond et al. (2017), el desarrollo profesional efectivo debe ser sostenido, práctico, contextualizado y colaborativo, no talleres aislados teóricos.

5.2.2 Objetivo Específico 2: Actitudes y Percepciones hacia la IA

El segundo objetivo específico buscaba determinar las actitudes de los docentes hacia la integración de IA en la enseñanza de matemáticas y sus percepciones sobre beneficios y riesgos. Los resultados revelan actitudes predominantemente positivas matizadas por preocupaciones genuinas.

Las actitudes medidas mediante escala Likert mostraron promedios moderadamente positivos (rango 3.0-4.5), comparables a lo reportado por Chai et al. (2021) en China/Taiwán donde 68% de docentes expresó actitudes positivas. El reconocimiento del potencial de IA para personalizar aprendizaje (media 4.1) y necesidad de formación (media 4.5) coincide con literatura internacional (Crompton & Burke, 2023; Chan & Hu, 2023).

Significativamente, el factor con menor puntuación fue sentirse preparado para integrar IA (media 2.2), replicando exactamente el patrón encontrado por Celik et al. (2022) en Finlandia donde reconocimiento de potencial no se traducía en autoeficacia. Esto valida el modelo de Scherer et al. (2019) que identifica autoeficacia tecnológica como predictor crítico de adopción efectiva, más importante incluso que actitudes generales.

Los beneficios percibidos (personalización 64%, retroalimentación inmediata 52%, visualización 48%) alinean con capacidades documentadas de sistemas tutores inteligentes en la literatura (VanLehn, 2011; Huang et al., 2019). Aunque pocos docentes articularon cómo específicamente lograr esos beneficios, sugiriendo visiones aspiracionales más que conocimiento práctico implementable.

Los riesgos identificados (dependencia 76%, pérdida de habilidades 68%, evaluación 64%) reflejan preocupaciones legítimas documentadas en literatura crítica sobre IA educativa. Selwyn (2019) advierte precisamente sobre riesgo de que IA facilite "aprendizaje superficial" si se usa para

obtener respuestas sin comprensión. Bokhove y Drijvers (2020) documentaron en Países Bajos cómo estudiantes con acceso a solvers algebraicos enfocaban en obtener respuestas correctas sin desarrollar comprensión conceptual.

Es notable que preocupaciones pedagógicas superaron a temores de reemplazo laboral (40%), contrario a narrativas mediáticas que enfatizan desplazamiento docente. Esto sugiere que docentes de UTECO priorizan genuinamente calidad educativa sobre seguridad laboral, patrón también encontrado por Akgun y Greenhow (2022) en Estados Unidos.

Las entrevistas revelaron tensión fundamental: docentes reconocen que prohibir IA es impracticable (estudiantes la usarán de todos modos), pero permitirla sin rediseñar pedagogía y evaluación socava objetivos educativos. Este dilema ha sido teorizado por Kasneci et al. (2023) como el "dilema ChatGPT": prohibir es contraproducente, permitir sin cambios pedagógicos es negligente, lo requerido es transformación profunda.

Interpretando desde marco TPACK, los docentes intuyen que IA requiere repensar "qué enseñar" (contenido), "cómo enseñar" (pedagogía) y "cómo evaluar", pero carecen de modelos concretos para hacerlo. Como señala Mishra (2019), tecnologías disruptivas como IA no se integran mediante "adopción" sino mediante "transformación" de práctica docente, proceso que requiere tiempo, experimentación y apoyo institucional sostenido.

5.2.3 Objetivo Específico 3: Barreras y Necesidades de Capacitación

El tercer objetivo específico buscaba identificar barreras percibidas para integración de IA y necesidades de capacitación. Los resultados identifican barreras principalmente externas y necesidades de formación práctica específica.

Las barreras con mayor puntuación fueron falta de capacitación (media 4.6), ausencia de políticas institucionales (4.3), y desconocimiento técnico-pedagógico (4.2). Este patrón replica hallazgos de Zawacki-Richter et al. (2019) en revisión sistemática global que identificó capacitación docente como barrera más crítica, seguida por ausencia de políticas y recursos limitados.

Crucialmente, barreras actitudinales (resistencia al cambio 2.4, falta de motivación 1.9) obtuvieron puntuaciones muy bajas, refutando estereotipo de docentes "tecnófobos" resistentes.

Como teorizó Ertmer (2005), distinguir barreras de primer orden (externas: acceso, tiempo, formación) y segundo orden (internas: creencias, actitudes) es fundamental. En UTECO, barreras de primer orden predominan, sugiriendo que intervenciones institucionales pueden facilitar adopción.

La casi unanimidad solicitando capacitación (96%) y priorización de temas (diseño pedagógico 92%, herramientas específicas 88%, evaluación 84%) proporcionan hoja de ruta clara para programa de desarrollo profesional. Las preferencias por talleres prácticos presenciales (76%) y acompañamiento en aula (48%) coinciden con principios de formación efectiva de Darling-Hammond et al. (2017): activa, sostenida, contextualizada, colaborativa.

Significativo que el 84% priorice evaluación en contextos de IA disponible, reflejando el dilema documentado por Lancaster y Cotarlan (2021) sobre cómo garantizar integridad académica cuando estudiantes tienen acceso a herramientas potentes. Esta es área donde literatura especializada aún está en desarrollo, sin consenso sobre mejores prácticas.

La demanda de políticas institucionales (puntuación 4.3) es crítica. Como advierte UNESCO (2021), IA en educación sin marcos éticos y normativos puede amplificar desigualdades y generar daños no intencionales. Los grupos focales generaron consensos sobre elementos deseables: clasificación de herramientas, responsabilidades claras, transparencia, revisión periódica. Estas propuestas alinean con mejores prácticas internacionales documentadas por Holmes et al. (2019).

5.3 Hallazgos Emergentes no Anticipados

Más allá de los objetivos planteados, emergieron hallazgos no anticipados que enriquecen la comprensión del fenómeno estudiado.

Primero, la ausencia de correlación significativa entre edad y actitudes hacia IA ($r=-0.18$, $p=0.38$) refuta suposición de "brecha generacional digital". Esto coincide con hallazgos de Celik et al. (2022) en Finlandia que encontraron autoeficacia tecnológica y formación pedagógica como predictores más importantes que edad. Sugiere que factores modificables (capacitación, experiencias positivas) importan más que características demográficas inmutables.

Segundo, la fuerte correlación entre autoeficacia tecnológica general y actitudes hacia IA ($r=0.62$, $p<0.01$) valida modelo TAM de Davis (1989) y extensiones de Scherer et al. (2019). Implica que programas de alfabetización en IA deben enfocarse en construir confianza mediante experiencias exitosas de uso, no solo transmitir información.

Tercero, la preocupación expresada sobre uso no supervisado de IA por estudiantes (72% cree que usan, 64% no sabe cómo detectar) revela brecha entre realidad tecnológica de estudiantes y práctica docente. Como señala Zhao (2019), ignorar usos estudiantiles de tecnología no los elimina, solo los hace clandestinos e incontrolados.

Cuarto, la sabiduría práctica emergente en grupos focales (verificación, análisis crítico, transparencia, proyectos aplicados) sugiere que cuando se crean espacios de diálogo profesional, docentes generan soluciones pragmáticas contextualmente apropiadas. Esto valida teoría de comunidades de práctica de Wenger (1998): el conocimiento profesional se co-construye socialmente, no se transmite verticalmente.

5.4 Comparación con Contextos Internacionales y Latinoamericanos

Los hallazgos de UTECO muestran convergencias y divergencias con estudios internacionales y latinoamericanos.

Convergencias incluyen: reconocimiento generalizado de potencial de IA (84% UTECO, 80% Ecuador, 85% Nicaragua), uso actual limitado y no sistemático (68% ha usado alguna vez en UTECO, comparable a 69.9% en España reportado por estudios 2023), concentración de conocimiento en ChatGPT con desconocimiento de ecosistema especializado (patrón global), predominio de barreras externas sobre actitudinales (consistente con literatura), y demanda de capacitación práctica contextualizada (universal).

Divergencias incluyen: en UTECO, preocupaciones pedagógicas (dependencia, pérdida de habilidades) superaron a temores de reemplazo laboral más prominentemente que en estudios europeos. Posiblemente refleja estabilidad laboral relativa en universidad privada dominicana versus mayor precariedad en contextos europeos.

El contexto latinoamericano específico presenta desafíos adicionales documentados por Ramírez-Montoya et al. (2021): limitaciones de infraestructura (conectividad intermitente

mencionada por 3.6/5 docentes UTECO), recursos financieros para licencias premium (barrera 3.8/5), y brechas en formación docente (capacitación formal solo 12% vs. 31% en Europa según Kuleto et al., 2021).

Aunque el 96% solicitando capacitación en UTECO supera porcentajes latinoamericanos reportados (Salinas et al., 2021 encontró 75% en Chile), posiblemente reflejando autoselección de participantes motivados o conciencia aguda de necesidad tras experiencias con estudiantes usando IA.

5.5 Implicaciones Teóricas

Los hallazgos tienen múltiples implicaciones para marcos teóricos sobre adopción de tecnología educativa.

Primero, validan y refinan el Modelo de Aceptación Tecnológica (TAM). Davis (1989) propuso que utilidad percibida y facilidad de uso percibida predicen adopción. Los resultados UTECO confirman: alta utilidad percibida (media 4.1) pero baja facilidad percibida/autoeficacia (media 2.2) resulta en baja adopción actual (uso esporádico). Extensiones de TAM que incorporan autoeficacia (Scherer et al., 2019) son validadas.

Segundo, apoyan Teoría de Difusión de Innovaciones de Rogers (2003). Los cinco atributos que afectan tasa de adopción son evidentes: ventaja relativa es reconocida (beneficios percibidos), pero complejidad percibida es alta (conocimiento técnico 2.1), compatibilidad con valores pedagógicos es incierta (dilemas sobre dependencia), posibilidad de experimentación es limitada (falta tiempo y recursos), y observabilidad de resultados es baja (pocos modelos de éxito).

Tercero, enriquecen marco TPACK. Mishra y Koehler (2006) propusieron que integración tecnológica efectiva requiere intersección de conocimientos de contenido, pedagogía y tecnología. Los resultados muestran que docentes UTECO poseen CK (matemáticas) y PK (pedagogía), pero carecen de TK específico sobre IA y crucialmente de TPK (cómo IA transforma pedagogía matemática). Esto sugiere que capacitaciones deben enfocarse en TPK y TPACK integrado, no solo TK aislado.

Cuarto, aportan evidencia empírica a debates sobre ética de IA en educación. UNESCO (2021) propuso principios (equidad, transparencia, agencia humana), que docentes UTECO

internalizaron espontáneamente en sus preocupaciones. Sugiere que valores éticos docentes pueden guiar implementación responsable si se crean espacios de reflexión colectiva.

5.6 Implicaciones Prácticas para UTECO

Los hallazgos tienen implicaciones concretas para políticas y prácticas en UTECO. Para desarrollo profesional docente: Diseñar programa integral de alfabetización en IA que incluya cuatro componentes identificados por Trust et al. (2021): conocimiento fundamental sobre IA, exploración práctica de herramientas, integración pedagógica, y reflexión ética. Formato debe ser sostenido (no talleres aislados), práctico (con experimentación), contextualizado (enfocado en matemáticas), y colaborativo (comunidad de práctica).

Para políticas institucionales: Desarrollar marco ético y normativo sobre IA que incluya elementos consensuados en grupos focales: principios éticos, clasificación de herramientas, responsabilidades docentes y estudiantiles, transparencia, y revisión periódica. Establecer Comisión de IA educativa permanente.

Para recursos e infraestructura: Gestionar licencias institucionales de herramientas educativas de IA (versiones premium de plataformas adaptativas, acceso a sistemas tutores inteligentes), mejorar conectividad campus, y crear repositorio de recursos compartido.

Para innovación pedagógica: Establecer proyectos piloto voluntarios donde docentes experimenten con integración de IA bajo acompañamiento, documentar lecciones aprendidas, y escalar mejores prácticas identificadas.

Para evaluación: Rediseñar estrategias de evaluación para contextos donde estudiantes tienen acceso a IA, privilegiando evaluación auténtica, proyectos complejos, y demostración de razonamiento sobre respuestas correctas.

5.7 Limitaciones del Estudio

Como toda investigación, este estudio presenta limitaciones que deben considerarse al interpretar resultados.

Primero, aunque se logró participación censal (100% de docentes de matemáticas), la población total (n=25) es pequeña, limitando generalización estadística. Los hallazgos son

específicos a UTECO y requieren cautela al extrapolarlos a otras instituciones dominicanas con diferentes contextos.

Segundo, el estudio es transversal, capturando percepciones en momento específico (septiembre 2025-enero 2026). Dado que IA educativa evoluciona rápidamente, percepciones pueden cambiar conforme docentes tengan más experiencias. Estudios longitudinales serían valiosos.

Tercero, medidas de autoeficacia y conocimiento son autoreportadas, susceptibles a sesgos de deseabilidad social. Evaluaciones objetivas de competencias en IA complementarían hallazgos.

Cuarto, aunque metodología mixta enriqueció comprensión, predominó enfoque descriptivo-exploratorio. Investigaciones futuras podrían adoptar diseños explicativos o experimentales, por ejemplo evaluando impacto de programas de capacitación.

Quinto, el estudio se enfocó en docentes, sin incluir perspectivas de estudiantes. Investigaciones complementarias sobre cómo estudiantes de UTECO usan y perciben IA en su aprendizaje matemático serían valiosas.

5.8 Conclusiones

Con base en los hallazgos presentados en el Capítulo IV y el análisis crítico desarrollado en este capítulo, se formulan las siguientes conclusiones fundamentadas en evidencia empírica:

Los docentes de matemáticas de UTECO poseen conocimiento declarativo general sobre existencia de inteligencia artificial (84%), pero carecen de comprensión técnica profunda sobre cómo funciona (media 2.1/5) y desconocen el ecosistema especializado de herramientas de IA educativa para matemáticas. El conocimiento se concentra en herramientas populares generativas (ChatGPT 88%) con confusión sobre qué constituye IA educativa, y proviene mayormente de fuentes no especializadas (medios 68%, conversaciones 40%) en lugar de formación académica (16%) o capacitación formal (12%). Esta brecha entre conocimiento superficial y comprensión profunda limita capacidad de integración pedagógica efectiva.

Las actitudes de los docentes hacia la inteligencia artificial en educación son predominantemente positivas, con reconocimiento del potencial para personalización (media 4.1/5), retroalimentación inmediata y visualización, así como alta disposición a aprender (96%

solicita capacitación). Aunque actitudes positivas coexisten con preocupaciones legítimas sobre dependencia tecnológica (76%), pérdida de habilidades matemáticas fundamentales (68%), dilemas de evaluación (64%), e integridad académica (60%). Significativamente, docentes se sienten no preparados para integrar IA (media 2.2/5), revelando brecha entre reconocimiento de potencial y autoeficacia para implementación. Las percepciones no están determinadas por edad (correlación no significativa) sino por autoeficacia tecnológica general ($r=0.62$, $p<0.01$) y experiencias previas con tecnología educativa.

Las barreras principales para integración de IA son externas y modificables institucionalmente, no actitudinales. Las barreras con mayor puntuación fueron falta de capacitación docente (media 4.6/5), ausencia de políticas institucionales claras (4.3/5), desconocimiento técnico-pedagógico (4.2/5), incertidumbre sobre evaluación (4.1/5), y tiempo insuficiente para aprender (3.9/5). En contraste, barreras actitudinales obtuvieron puntuaciones muy bajas: resistencia al cambio (2.4/5), falta de motivación (1.9/5), creencia de que IA no puede mejorar enseñanza (2.1/5). Esto indica que docentes están abiertos a integrar IA pero requieren apoyo institucional: capacitación práctica y sostenida, políticas éticas y normativas claras, recursos tecnológicos accesibles, y tiempo para experimentación.

Las necesidades de capacitación son claras y específicas, con priorización de contenidos prácticos sobre teóricos. Los temas más solicitados fueron diseño de actividades de aprendizaje con IA (92%), conocimiento de herramientas específicas para matemáticas (88%), estrategias de evaluación auténtica (84%), fundamentos conceptuales de IA (80%), y aspectos éticos (76%). Los formatos preferidos son talleres prácticos presenciales (76%), acompañamiento individualizado en aula (48%), y comunidades de práctica (28%), reflejando principios de desarrollo profesional efectivo documentados en literatura: activo, sostenido, contextualizado, colaborativo. Esto proporciona hoja de ruta concreta para diseño de programa institucional de alfabetización en IA.

Los docentes de UTECO no son tecnófobos resistentes al cambio, sino profesionales reflexivos que enfrentan genuinos dilemas pedagógicos sobre cómo integrar tecnologías poderosas de manera que apoyen, no socaven, objetivos educativos fundamentales. Los dilemas identificados (balancear eficiencia versus comprensión conceptual, autonomía versus dependencia, evaluación de aprendizaje genuino versus detección de uso de IA) reflejan tensiones reales entre potencial transformador de IA y responsabilidad de desarrollar competencias matemáticas duraderas. Los

docentes buscan orientación institucional, no imposiciones, y cuando se crean espacios de diálogo profesional, generan sabiduría práctica emergente valiosa (verificación, análisis crítico, transparencia, proyectos aplicados con IA permitida).

En relación con el objetivo general de fortalecer la comprensión sobre percepciones docentes para informar estrategias de integración de IA en enseñanza de matemáticas, concluimos que existe base favorable para innovación: docentes reconocen potencial, solicitan formación, y generan ideas prácticas. Aunque transformación genuina requiere intervención institucional integral que aborde simultáneamente conocimiento, actitudes, competencias pedagógicas, políticas éticas, y recursos. La ventana de oportunidad es ahora, antes que usos no supervisados de IA por estudiantes y docentes generen prácticas subóptimas difíciles de revertir.

Finalmente, se concluye que UTECO puede posicionarse como líder regional en integración fundamentada de IA educativa mediante implementación del programa "Docentes IA-Ready" propuesto en Capítulo III, aprovechando disposición docente documentada en este estudio.

5.9 Recomendaciones

Basándose en los hallazgos, análisis y conclusiones de esta investigación, se formulan las siguientes recomendaciones dirigidas a diferentes actores del sistema educativo.

Para las Autoridades de UTECO

Implementar urgentemente el programa "Docentes IA-Ready" propuesto en Capítulo III, con asignación presupuestaria específica y cronograma definido. Iniciar con proyectos piloto voluntarios en período académico 2026-2027.

Establecer Comisión Institucional de IA en Educación conformada por representantes de facultades, estudiantes, y expertos externos, con mandato de desarrollar políticas éticas, evaluar herramientas, y asesorar comunidad universitaria. Aprobar políticas institucionales sobre uso de IA antes de septiembre 2026.

Gestionar licencias educacionales de herramientas de IA (plataformas adaptativas, sistemas tutores inteligentes) para acceso equitativo de toda comunidad universitaria. Negociar con proveedores (Microsoft Education, Google for Education) acceso subsidiado.

Mejorar infraestructura tecnológica: ampliar ancho de banda wifi en campus, modernizar laboratorios de computación, establecer centro de recursos de IA educativa con computadoras y software especializado disponible para docentes y estudiantes.

Incorporar indicadores de innovación pedagógica con IA en evaluación de desempeño docente, no como obligación sino como reconocimiento de esfuerzos de innovación.

Documentar y difundir experiencias exitosas de integración de IA mediante repositorio digital, presentaciones en eventos académicos, y publicaciones, posicionando a UTECO como referente regional.

Para los Docentes de Matemáticas de UTECO

Participar activamente en programas de capacitación en IA educativa, asumiendo responsabilidad de actualización profesional continua como parte de ejercicio docente en siglo XXI.

Experimentar con herramientas de IA de manera gradual y reflexiva, comenzando con usos de bajo riesgo (generación de problemas de práctica, visualizaciones), documentando experiencias, y compartiendo aprendizajes con colegas.

Comunicar explícitamente a estudiantes políticas de uso de IA en syllabus de cada curso, proporcionando ejemplos concretos de usos permitidos y prohibidos, y justificando pedagógicamente decisiones.

Rediseñar gradualmente estrategias de evaluación, moviéndose desde exámenes tradicionales de respuestas únicas hacia evaluación auténtica que requiera demostración de razonamiento, aplicación en contextos complejos, y reflexión metacognitiva.

Formar o unirse a comunidades de práctica con colegas interesados en integración de IA, creando espacios seguros para experimentación, error, y co-construcción de conocimiento profesional.

Mantener enfoque en objetivos educativos fundamentales (desarrollo de razonamiento matemático, pensamiento crítico, resolución de problemas) usando IA como herramienta que apoya, no reemplaza, estos objetivos.

Para los Estudiantes de UTECO

Desarrollar alfabetización crítica en IA, aprendiendo no solo a usar herramientas sino a evaluar su confiabilidad, identificar limitaciones, y verificar resultados.

Usar IA de manera transparente y ética, citando cuando se emplea, asumiendo responsabilidad por verificar exactitud de información generada, y distinguiendo claramente entre trabajo propio y asistido por IA.

Enfocarse en desarrollar comprensión conceptual profunda de matemáticas, no solo obtener respuestas correctas, reconociendo que competencias de razonamiento son más valiosas y duraderas que habilidades de manipulación procedimental que IA puede automatizar.

Para el Ministerio de Educación Superior, Ciencia y Tecnología (MESCyT)

Desarrollar Marco Nacional de IA en Educación Superior que establezca principios éticos, estándares de calidad, y lineamientos para instituciones dominicanas, alineado con recomendaciones UNESCO (2021).

Financiar programas de capacitación docente en IA educativa mediante fondos FONDOCYT o mecanismos similares, priorizando instituciones con menores recursos.

Facilitar acceso a herramientas de IA educativa mediante negociaciones nacionales con proveedores que permitan licencias subsidiadas para universidades dominicanas.

Promover investigación sobre IA en educación superior dominicana, apoyando estudios que documenten impacto, identifiquen mejores prácticas, y generen evidencia local para políticas basadas en datos.

5.10 Líneas Futuras de Investigación

Este estudio abre múltiples líneas de investigación futura:

Estudios longitudinales que documenten evolución de percepciones docentes conforme adquieren experiencia con IA, identificando factores que facilitan u obstaculizan transformación de actitudes en prácticas efectivas.

Investigaciones experimentales o cuasi-experimentales que evalúen impacto de programas específicos de capacitación docente en IA sobre competencias pedagógicas, autoeficacia, y calidad de integración en aula.

Estudios desde perspectiva estudiantil sobre cómo usan IA en aprendizaje de matemáticas, qué beneficios y riesgos experimentan, y cómo perciben rol docente en contextos de IA disponible.

Investigaciones sobre diseño e implementación de evaluaciones auténticas en matemáticas universitarias que sean válidas y confiables en contextos donde estudiantes tienen acceso a IA, documentando estrategias exitosas.

Estudios comparativos entre diferentes disciplinas (matemáticas, humanidades, ciencias sociales, ingenierías) sobre percepciones y prácticas de uso de IA, identificando especificidades disciplinares.

Investigación-acción donde docentes implementen proyectos de integración de IA bajo acompañamiento investigativo, documentando procesos, desafíos, y aprendizajes para generar teoría fundamentada en práctica.

Estudios sobre equidad en acceso y uso de IA educativa en República Dominicana, documentando brechas digitales y proponiendo estrategias de democratización.

Este estudio representa un primer paso en la comprensión de cómo docentes universitarios dominicanos perciben y se aproximan a la inteligencia artificial como herramienta educativa. Los hallazgos sugieren que la transición hacia una educación matemática que integre responsablemente la IA es posible, pero requiere voluntad institucional, inversión en desarrollo profesional docente, y construcción colectiva de marcos éticos y pedagógicos.

La inteligencia artificial no reemplazará a los docentes, pero docentes que saben usar IA efectivamente podrían reemplazar a aquellos que no. Más importante aún, estudiantes que desarrollan competencias de razonamiento matemático profundo, pensamiento crítico, y uso responsable de IA tendrán ventajas significativas sobre aquellos que solo aprenden a operar herramientas sin comprensión.

UTECO tiene la oportunidad de liderar esta transformación en la región del Cibao y el país, convirtiendo los desafíos identificados en este estudio en catalizadores de innovación educativa fundamentada, ética y equitativa.

Referencias bibliográficas

- Ainsworth, S. (2006). DeFT: A conceptual framework for considering learning with multiple representations. *Learning and Instruction*, 16(3), 183-198. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2006.03.001>
- Akgun, S., & Greenhow, C. (2022). Artificial intelligence in education: Addressing ethical challenges in K-12 settings. *AI and Ethics*, 2(3), 431-440. <https://doi.org/10.1007/s43681-021-00096-7>
- Ananny, M., & Crawford, K. (2018). Seeing without knowing: Limitations of the transparency ideal and its application to algorithmic accountability. *New Media & Society*, 20(3), 973-989. <https://doi.org/10.1177/1461444816676645>
- Bandura, A. (1997). Self-efficacy: The exercise of control. W.H. Freeman.
- Bandura, A. (2001). Social cognitive theory: An agentic perspective. *Annual Review of Psychology*, 52, 1-26. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.52.1.1>
- Black, P., & Wiliam, D. (1998). Assessment and classroom learning. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, 5(1), 7-74. <https://doi.org/10.1080/0969595980050102>
- Bokhove, C., & Drijvers, P. (2020). Digital tools for algebra education: Criteria and evaluation. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 18(7), 1385-1404. <https://doi.org/10.1007/s10763-019-10026-6>
- Bozkurt, A., Karakaya, K., Turk, M., Karakaya, Ö., & Castellanos-Reyes, D. (2021). The impact of COVID-19 on education: A meta-narrative review. *TechTrends*, 66(5), 883-896. <https://doi.org/10.1007/s11528-022-00759-0>

- Celik, I., Dindar, M., Muukkonen, H., & Järvelä, S. (2022). The promises and challenges of artificial intelligence for teachers: A systematic review of research. *TechTrends*, 66(4), 616-630. <https://doi.org/10.1007/s11528-022-00715-y>
- Chai, C. S., Koh, J. H. L., & Tsai, C. C. (2013). A review of technological pedagogical content knowledge. *Educational Technology & Society*, 16(2), 31-51.
- Chai, C. S., Lin, P.-Y., Jong, M. S.-Y., Dai, Y., Chiu, T. K. F., & Qin, J. (2021). Perceptions of and behavioral intentions towards learning artificial intelligence in primary school students. *Educational Technology & Society*, 24(3), 89-101.
- Chan, C. K. Y., & Hu, W. (2023). Students' voices on generative AI: Perceptions, benefits, and challenges in higher education. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 20, 43. <https://doi.org/10.1186/s41239-023-00411-8>
- Clark, R. C., Nguyen, F., & Sweller, J. (2006). *Efficiency in learning: Evidence-based guidelines to manage cognitive load*. Pfeiffer.
- Cobo, C. (2019). *Acepto las condiciones: Usos y abusos de las tecnologías digitales*. Fundación Santillana.
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2018). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (5th ed.). SAGE Publications.
- Crompton, H., & Burke, D. (2023). Artificial intelligence in higher education: The state of the field. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 20, 22. <https://doi.org/10.1186/s41239-023-00392-8>
- Crompton, H., & Song, D. (2021). Constructivism and mobile learning in higher education. *British Journal of Educational Technology*, 52(3), 1062-1077. <https://doi.org/10.1111/bjet.13059>
- Darling-Hammond, L., Hyler, M. E., & Gardner, M. (2017). *Effective teacher professional development*. Learning Policy Institute.

<https://learningpolicyinstitute.org/product/effective-teacher-professional-development-report>

- Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly*, 13(3), 319-340. <https://doi.org/10.2307/249008>
- Day, C., & Gu, Q. (2014). *Resilient teachers, resilient schools: Building and sustaining quality in testing times*. Routledge.
- Denzin, N. K. (2017). *The research act: A theoretical introduction to sociological methods*. Routledge.
- Desimone, L. M. (2009). Improving impact studies of teachers' professional development: Toward better conceptualizations and measures. *Educational Researcher*, 38(3), 181-199. <https://doi.org/10.3102/0013189X08331140>
- Duval, R. (2006). A cognitive analysis of problems of comprehension in a learning of mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 61(1-2), 103-131. <https://doi.org/10.1007/s10649-006-0400-z>
- Eagly, A. H., & Chaiken, S. (1993). *The psychology of attitudes*. Harcourt Brace Jovanovich.
- Ertmer, P. A. (2005). Teacher pedagogical beliefs: The final frontier in our quest for technology integration? *Educational Technology Research and Development*, 53(4), 25-39. <https://doi.org/10.1007/BF02504683>
- Ertmer, P. A., Ottenbreit-Leftwich, A. T., & Tondeur, J. (2015). Teachers' beliefs and uses of technology to support 21st-century teaching and learning. In H. Fives & M. G. Gill (Eds.), *International handbook of research on teachers' beliefs* (pp. 403-418). Routledge.
- Fishman, T. (Ed.). (2016). *The fundamental values of academic integrity* (3rd ed.). International Center for Academic Integrity.

- Floridi, L., Cows, J., Beltrametti, M., Chatila, R., Chazerand, P., Dignum, V., Luetge, C., Madelin, R., Pagallo, U., Rossi, F., Schafer, B., Valcke, P., & Vayena, E. (2018). AI4People—An ethical framework for a good AI society: Opportunities, risks, principles, and recommendations. *Minds and Machines*, 28(4), 689-707. <https://doi.org/10.1007/s11023-018-9482-5>
- Freudenthal, H. (1991). *Revisiting mathematics education*. Kluwer Academic Publishers.
- Fullan, M. (2007). *The new meaning of educational change* (4th ed.). Teachers College Press.
- Hatlevik, O. E. (2017). Examining the relationship between teachers' self-efficacy, their digital competence, strategies to evaluate information, and use of ICT at school. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 61(5), 555-567. <https://doi.org/10.1080/00313831.2016.1172501>
- Hermans, R., Tondeur, J., van Braak, J., & Valcke, M. (2008). The impact of primary school teachers' educational beliefs on the classroom use of computers. *Computers & Education*, 51(4), 1499-1509. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2008.02.001>
- Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2019). *Artificial intelligence in education: Promises and implications for teaching and learning*. Center for Curriculum Redesign.
- Howard, S. K., Tondeur, J., Siddiq, F., & Scherer, R. (2021). Ready, set, go! Profiling teachers' readiness for online teaching in secondary education. *Technology, Pedagogy and Education*, 30(1), 141-158. <https://doi.org/10.1080/1475939X.2020.1839543>
- Huang, X., Spector, J. M., & Yang, J. (2019). Educational technology: A primer for the 21st century. *Educational Technology Research and Development*, 67(6), 1531-1545. <https://doi.org/10.1007/s11423-019-09695-6>
- Kasneci, E., Seßler, K., Küchemann, S., Bannert, M., Dementieva, D., Fischer, F., Gasser, U., Groh, G., Günemann, S., Hüllermeier, E., Krusche, S., Kutyniok, G., Michaeli, T., Nerdel, C., Pfeffer, J., Poquet, O., Sailer, M., Schmidt, A., Seidel, T., ... Kasneci, G. (2023). ChatGPT for good? On opportunities and challenges of large language models for

- education. *Learning and Individual Differences*, 103, 102274.
<https://doi.org/10.1016/j.lindif.2023.102274>
- Khosravi, H., Sadiq, S., & Gasevic, D. (2020). Development and adoption of an adaptive learning system: Reflections and lessons learned. *Proceedings of the 51st ACM Technical Symposium on Computer Science Education*, 58-64.
<https://doi.org/10.1145/3328778.3366900>
- Kuleto, V., Ilić, M., Dumangiu, M., Ranković, M., Martins, O. M. D., Păun, D., & Mihoreanu, L. (2021). Exploring opportunities and challenges of artificial intelligence and machine learning in higher education institutions. *Sustainability*, 13(18), 10424.
<https://doi.org/10.3390/su131810424>
- Lancaster, T., & Cotarlan, C. (2021). Contract cheating by STEM students through a file sharing website: A COVID-19 pandemic perspective. *International Journal for Educational Integrity*, 17, 3. <https://doi.org/10.1007/s40979-021-00070-0>
- Lave, J., & Wenger, E. (1991). *Situated learning: Legitimate peripheral participation*. Cambridge University Press.
- Long, D., & Magerko, B. (2020). What is AI literacy? Competencies and design considerations. *Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 1-16.
<https://doi.org/10.1145/3313831.3376727>
- Luckin, R., Holmes, W., Griffiths, M., & Forcier, L. B. (2016). *Intelligence unleashed: An argument for AI in education*. Pearson Education.
- Luckin, R., Cukurova, M., Kent, C., & du Boulay, B. (2022). Empowering educators to be AI-ready. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 3, 100076.
<https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100076>
- Ma, W., Adesope, O. O., Nesbit, J. C., & Liu, Q. (2014). Intelligent tutoring systems and learning outcomes: A meta-analysis. *Journal of Educational Psychology*, 106(4), 901-918.
<https://doi.org/10.1037/a0037123>

- McNiff, J., & Whitehead, J. (2011). All you need to know about action research (2nd ed.). SAGE Publications.
- Ministerio de Educación Superior, Ciencia y Tecnología. (2021). Plan Estratégico del Sector de Educación Superior 2021-2030. MESCyT.
- Ministerio de Educación Superior, Ciencia y Tecnología. (2022). Informe General sobre Estadísticas de Educación Superior 2021. MESCyT.
- Mishra, P. (2019). Considering contextual knowledge: The TPACK diagram gets an upgrade. *Journal of Digital Learning in Teacher Education*, 35(2), 76-78. <https://doi.org/10.1080/21532974.2019.1588611>
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017-1054. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x>
- National Research Council. (2001). Adding it up: Helping children learn mathematics. National Academy Press. <https://doi.org/10.17226/9822>
- Ng, D. T. K., Leung, J. K. L., Chu, S. K. W., & Qiao, M. S. (2021). Conceptualizing AI literacy: An exploratory review. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 2, 100041. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2021.100041>
- O'Neil, C. (2016). Weapons of math destruction: How big data increases inequality and threatens democracy. Crown Publishers.
- Pajares, M. F. (1992). Teachers' beliefs and educational research: Cleaning up a messy construct. *Review of Educational Research*, 62(3), 307-332. <https://doi.org/10.3102/00346543062003307>
- Pane, J. F., Steiner, E. D., Baird, M. D., & Hamilton, L. S. (2015). Continued progress: Promising evidence on personalized learning. RAND Corporation. <https://doi.org/10.7249/RR1365>

- Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*. Basic Books.
- Ramírez-Montoya, M. S., Loaiza-Aguirre, M. I., Zúñiga-Ojeda, A., & Portuguese-Castro, M. (2021). Characterization of the teaching profile within the framework of education 4.0. *Future Internet*, 13(4), 91. <https://doi.org/10.3390/fi13040091>
- Rittle-Johnson, B., Schneider, M., & Star, J. R. (2015). Not a one-way street: Bidirectional relations between procedural and conceptual knowledge of mathematics. *Educational Psychology Review*, 27(4), 587-597. <https://doi.org/10.1007/s10648-015-9302-x>
- Rogers, E. M. (2003). *Diffusion of innovations* (5th ed.). Free Press.
- Roll, I., & Wylie, R. (2016). Evolution and revolution in artificial intelligence in education. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 26(2), 582-599. <https://doi.org/10.1007/s40593-016-0110-3>
- Russell, S., & Norvig, P. (2020). *Artificial intelligence: A modern approach* (4th ed.). Pearson.
- Saldaña, J. (2021). *The coding manual for qualitative researchers* (4th ed.). SAGE Publications.
- Salinas, J., De Benito, B., & Lizana, A. (2021). Competencias docentes para los nuevos escenarios de aprendizaje. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 35(1), 93-110. <https://doi.org/10.47553/rifop.v35i1.81790>
- Scherer, R., Siddiq, F., & Tondeur, J. (2019). The technology acceptance model (TAM): A meta-analytic structural equation modeling approach to explaining teachers' adoption of digital technology in education. *Computers & Education*, 128, 13-35. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.09.009>
- Schoenfeld, A. H. (2016). Learning to think mathematically: Problem solving, metacognition, and sense making in mathematics. *Journal of Education*, 196(2), 1-38. <https://doi.org/10.1177/002205741619600202>

- Schraw, G., & Dennison, R. S. (1994). Assessing metacognitive awareness. *Contemporary Educational Psychology*, 19(4), 460-475. <https://doi.org/10.1006/ceps.1994.1033>
- Selwyn, N. (2019). *Should robots replace teachers? AI and the future of education*. Polity Press.
- Selwyn, N., Hillman, T., Eynon, R., Ferreira, G., Knox, J., Macgilchrist, F., & Sancho-Gil, J. M. (2020). What's next for Ed-Tech? Critical hopes and concerns for the 2020s. *Learning, Media and Technology*, 45(1), 1-6. <https://doi.org/10.1080/17439884.2020.1694945>
- Sweller, J., Ayres, P., & Kalyuga, S. (2011). *Cognitive load theory*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-1-4419-8126-4>
- Tomlinson, C. A. (2001). *How to differentiate instruction in mixed-ability classrooms* (2nd ed.). Association for Supervision and Curriculum Development.
- Tondeur, J., van Braak, J., Sang, G., Voogt, J., Fisser, P., & Ottenbreit-Leftwich, A. (2012). Preparing pre-service teachers to integrate technology in education: A synthesis of qualitative evidence. *Computers & Education*, 59(1), 134-144. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.10.009>
- Tondeur, J., van Braak, J., Ertmer, P. A., & Ottenbreit-Leftwich, A. (2017). Understanding the relationship between teachers' pedagogical beliefs and technology use in education: A systematic review of qualitative evidence. *Educational Technology Research and Development*, 65(3), 555-575. <https://doi.org/10.1007/s11423-016-9481-2>
- Trust, T., Maloy, R. W., & Shepardson, D. P. (2021). Preparing teachers for the age of artificial intelligence: An exploration of trends and practices in teacher education. *Journal of Research on Technology in Education*, 53(4), 493-510. <https://doi.org/10.1080/15391523.2021.1940927>
- Tsai, Y.-S., Whitelock-Wainwright, A., & Gašević, D. (2020). The privacy paradox and its implications for learning analytics. In *Proceedings of the Tenth International Conference on Learning Analytics & Knowledge*, 230-239. <https://doi.org/10.1145/3375462.3375536>

- UNESCO. (2021). Recommendation on the ethics of artificial intelligence. UNESCO.
<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000381137>
- UNESCO. (2023). Guidance for generative AI in education and research. UNESCO.
<https://www.unesco.org/en/digital-education/artificial-intelligence>
- Universidad Tecnológica del Cibao Oriental. (2023). Historia institucional.
<https://www.uteco.edu.do>
- Universidad Tecnológica del Cibao Oriental. (2024). Informe estadístico institucional 2023-2024. UTECO.
- 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>
- Vangrieken, K., Dochy, F., Raes, E., & Kyndt, E. (2015). Teacher collaboration: A systematic review. *Educational Research Review*, 15, 17-40.
<https://doi.org/10.1016/j.edurev.2015.04.002>
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.
- Walkington, C., & Bernacki, M. L. (2020). Appraising research on personalized learning: Definitions, theoretical alignment, advancements, and future directions. *Journal of Research on Technology in Education*, 52(3), 235-252.
<https://doi.org/10.1080/15391523.2020.1747757>
- Wardat, Y., Tashtoush, M. A., AlAli, R., & Jarrah, A. M. (2023). ChatGPT: A revolutionary tool for teaching and learning mathematics. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 19(7), em2286. <https://doi.org/10.29333/ejmste/13272>
- Wenger, E. (1998). *Communities of practice: Learning, meaning, and identity*. Cambridge University Press.

- Wiggins, G. (1998). *Educative assessment: Designing assessments to inform and improve student performance*. Jossey-Bass.
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35.
<https://doi.org/10.1145/1118178.1118215>
- Winkler, R., & Söllner, M. (2018). Unleashing the potential of chatbots in education: A state-of-the-art analysis. *Academy of Management Annual Meeting Proceedings*, 2018(1), 15903.
<https://doi.org/10.5465/AMBPP.2018.15903abstract>
- World Economic Forum. (2023). *Future of jobs report 2023*. WEF.
<https://www.weforum.org/reports/the-future-of-jobs-report-2023>
- Zawacki-Richter, O., Marín, V. I., Bond, M., & Gouverneur, F. (2019). Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education – Where are the educators? *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 16, 39.
<https://doi.org/10.1186/s41239-019-0171-0>
- Zhao, Y. (2019). *What works may hurt: Side effects in education*. Teachers College Press.
- Zhao, Y., & Frank, K. A. (2003). Factors affecting technology uses in schools: An ecological perspective. *American Educational Research Journal*, 40(4), 807-840.
<https://doi.org/10.3102/00028312040004807>